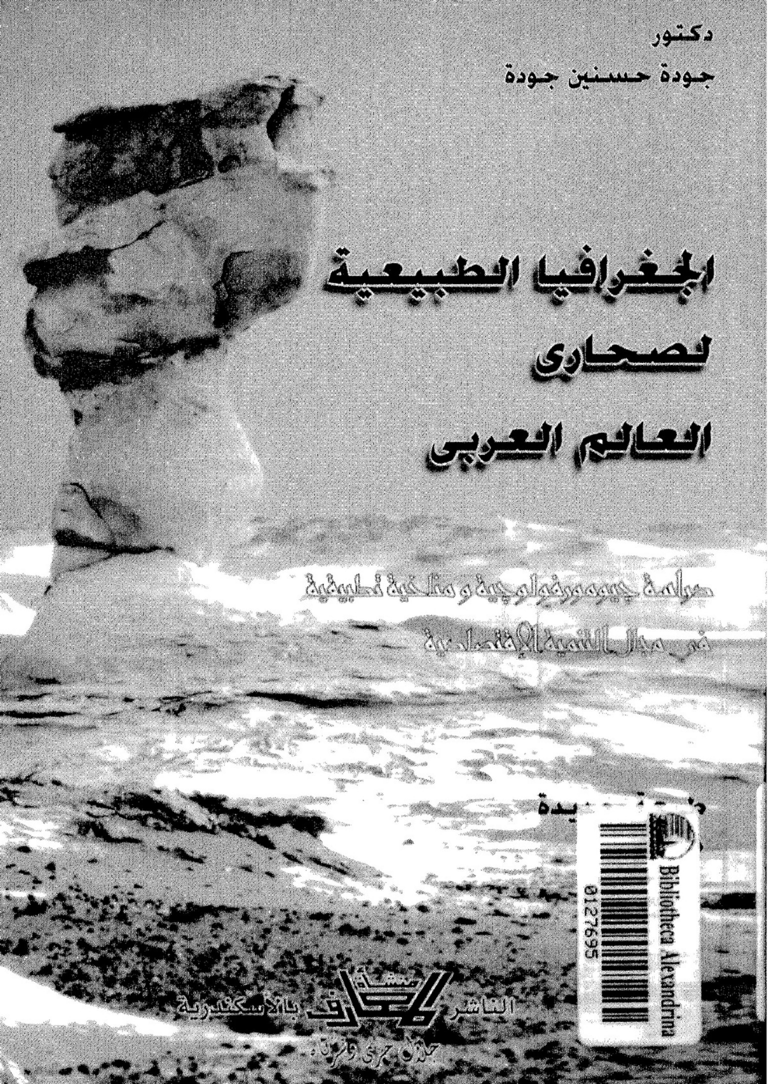

دكتور
جودة حسنين جودة
الجغرافيا الطبيعية
لصحارى
العالم العربى
دراسة جيومورفولوجية ومناخية تطبيقية
فى مجال التنمية الاقتصادية
Bibliotheca Alexandrina
0127695
الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية
جلال حزى وشركاه

الناشر منشأة المعارف بالاسكندرية
جلال حزى وشركاه
٤٤ ش سعد زغلول الاسكندرية تليفون/ فاكس : ٤٨٣٣٣٠٣

الجغرافية الطبيعية

لصحارى العالم العربى

دراسات چيومورفولوچية ومناخية تطبيقية
فى مجال التنمية الإقتصادية

دكتور

جُودة حسنين جُودَة

أستاذ الجغرافية الطبيعية

عميد كلية الآداب (سابقا)

جامعة الإسكندرية

الطبعة السادسة

١٩٩٧

الناشر منشأة المعارف بالاسكندرية

جلال حزى وشركاه

بسم الله الرحمن الرحيم

والأرض بعد ذلك دحاها ، أخرج منها ماءها

ومرعاها ، والجبال أرساها ، متاعا لكم ولأنعامكم .

صدق الله العظيم

(آية ٣٠ ـ ٣٢ من سورة النازعات)

الإهـــداء

إلى من وضع قدمى على طريق البحث الچيومورفولوچى الأصيل ، إلى أستاذى الراحل الأستاذ الدكتور هانز بوش ، المدير السابق للمعهد الجغرافى التابع لكلية العلوم بجامعة زيوريخ ، وأمين عام الإتحاد الجغرافى الدولى لثلاث دورات متعاقبة ، ورئيس الجمعية الجغرافية السويسرية لسنين طوال .

موضوعات الكتاب

مقـــدّمة

ما تزال صحارى الوطن العربى بكرا بالنسبة للدراسات الچيومورفولوچية . فما كتب عنها من هذه الوجهة قليل ، وبالتالي فهي تحوي من الموضوعات الشيقة ما يجتذب البحاث ، ويستهوى الدارسين .

وقد أتيحت لى فرص عديدة للتجوال والدراسة فى هذه الصحارى الشاسعة من المحيط إلى الخليج ، ومن البحر المتوسط إلى جوبا بجنوب السودان ، وأخرجت عدداً من الأبحاث التى تم نشرها فى مختلف المجلات العلمية ؛ فى مصر وفى خارجها ، بالعربية وبالألمانية وبالإنجليزية .

وقد رأيت أن يجمع بعض هذه الأبحاث التى تمّ نشرها بالعربية مجلد واحد، كي يسهل تداولها ، والإطلاع عليها . وإنى إذ أقدمها مجتمعة بهذه الصورة لزملائى وتلاميذى ، لأرجو لهم بها النفع ، والله ولى التوفيق .

الإسكندرية فى أكتوبر ١٩٩٧

البحث الأول

الاكتساح والنحت بواسطة الرياح

الاكتساح والنحت
بواسطة الرياح

١ - تطور البحث فى تأثير الرياح على سطح الأرض وفى الصحارى :

فى النصف الثانى من القرن الثامن عشر أشار De Luc (١٧٧٦) إلى أهمية الرياح فى حمل الغبار ؛ وعالج هذه الظاهرة أيضاً Elie de Beaument (١٨٤٥) ، وأعتبر الرياح من أهم عوامل النقل . وقد أشار كل من Virlet d'aoust (١٨٥٨) و Bravard (١٨٥٧) لأول مرة إلى أهمية تراكم الغبار فى تشكيل سطح الأرض . وقد استطاع Blake (١٨٥٥) أن يكتشف أهمية الرياح كعامل نحت ، ومن بعده استمر Gilbert (١٨٧٤) فى دراسة تلك الظاهرة . وكان O. Fraas (١٨٦٧) أول من شاهد عملية تشقق الصخور بفعل الذبذبة والتفاوت فى درجات الحرارة ، كما أشار إلى تكوين القشور الصلبة .

وفيما يختص بالصحارى عموماً فقد وصف E. Desor (١٨٦٤) الصحراء الكبرى ، واستطاع أن يميز بين الصحارى الهضبية أو صحارى الحماده Hamada ، وصحارى التعرية (السبخة ، الجوف ، الحفرة الداجا ، الشط) والصحارى الرملية (عرج Erg أو Areg) كأنماط من طبيعة الأرض الصحراوية . وقد تمسك هذا الباحث بنظرية الرحالة القدماء (هيرودوت ، واراتو ستينيس ، وديو دور ، وسكيلاكس ، وبطليموس) التى كانت تعتبر الصحارى قيعاناً لبحار قديمة . أما Pomel (١٨٧٢) فقد عارض تلك النظرية التى عاد فعضدها من بعده Pélagaud (١٨٨٠) ، ولكن O. Lenz (١٨٨١) عارضها، ثم استطاع K. V. Zittel (١٨٨٣) أن ينقضها من أساسها بأبحاثه الجيولوجية والباليونتولوجية فى الصحراء الليبية . وقرر أن مظاهر التضاريس الصحراوية إنما تدين بوجودها وتكوينها إلى تضافر تأثير الجو والمياه العذبة لا إلى تأثير الأمواج . ولكنه حدد تأثير الرياح بقوله إنه يرى تأثير الرياح الحقيقى فى تكوين الكثبان وتوزيع وتنظيم الرمال ؛ أما الحافات الشديدة الإنحدار والأراضى

الصخرية والأودية الجافة التى رآها فى الصحراء فهى فى رأيه أدلة قاطعة على النحت بواسطة المياه .

وقد درس V. Richthofen (١٨٨٧) تأثير الرياح دراسة مستفيضة فى كتابه عن الصين ، وتبلورت أبحاثه وأثمرت فى نظريته عن تكوينات اللوس Loess.

وقد تقدمت الأبحاث فى جيومورفولوجية الصحارى وتأثير الرياح بعد ذلك بفضل مجهودات وأبحاث Johannes Walther و Passarge و E. Kaiser.

٢ ـ مجالات تأثير الرياح :

الرياح ظاهرة عالمية تنتشر فى كل أرجاء الأرض ، لكنها لا تأتى كعامل مشكل لسطح الأرض إلا حيث تسود المحولة والجفاف ، فهنا يصبح لتأثير الرياح أهمية جيومورفولوجية كبيرة . فالغطاء النباتى يكسر حدة احتكاك الرياح ويحمى التربة – إن لم يكن كلية فإلى حد كبير – من تأثير الرياح (أنظر R. Geiger ١٩٤٢ ص ١٠٠ وما بعدها) . وعلى العكس من ذلك نجد أن عمليات الحفر وقلب التربة وحرمان الأرض من نباتها ، وتدخل الإنسان والحيوان فى تدمير النبات ، كل ذلك يلائم عمليات التعرية الهوائية .

وعلى هذا نجد مناطق معينة تتميز بتأثير واضح للرياح هى (O. Maull ١٩٥٨ ص ٤٠٤) :

١ ـ المناطق الفقيرة فى نباتها والخالية من النبات حيث يسود الجفاف ، أى مناطق الصحارى والاستبس وغيرها من الأراضى شبه الجافة .

٢ ـ سواحل البحار وبعض البحيرات .

٣ ـ الأراضى الحصوية النهرية والشطوط الرملية للأنهار التى تخلو من النبات ، ويدخل ضمن هذه بعض الأراضى الفيضية .

٤ ـ المدرجات الجبلية الفقيرة فى النبات أو الخالية منه .

٥ ـ الأراضى البركانية الحديثة .

٦ ـ الأراضى الجليدية .

٧ ـ الطرق والأراضى الزراعية التى تخلو فترة من النبات (الشراقى) .
وعلى العكس من ذلك لا تمارس الرياح أى تأثيـــر واضح فى الأراضى التى يغطيها غطاء مائى كثيف ، وفى الأراضى الزراعية (عدا ما ذكر منها تحت رقم ٧) . وأيضاً نجد أنه فى المناطق تحت رقم ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ تتدخل عوامل أخرى يندر معها تكوين أشكال مورفولوجية من تأثير الرياح .

٣ ـ قوة الرياح :

من الممكن تعيين قوة الريح ـ كقوة الماء ـ بالقاعدة الآتية :
$\frac{ك \times س^{٢}}{٢}$ باعتبار حرف « ك » دالا على كتلة الهواء المتحرك ، وحرف « س » دالا على سرعة الريح . وسرعة الرياح فى معظم الأحيان أكبر بكثير من سرعة المياه .

وتبلغ سرعة الرياح فى الجبال الشاهقة وعلى السواحل بين ٧ ـ ١٠ متر فى الثانية كمتوسط سنوى . ففى فالينتيا Valentia (جنوب أيرلندا) تبلغ الرياح ٧,٤ متر فى الثانية كمتوسط سنوى ، وفى مرتفعات سينتس Saentis (جبال الألب ـ ارتفاعها ٢٤٤٠ مترا) ٧,٧ متر ، وفى سون بليك Sonnblick (ارتفاعها ٣١٠٠ متر بجبال الألب) تبلغ سرعة الريح ٧,٥ متر كمتوسط سنوى . أما فى بايكس بيك Pikes Peak (بمرتفعات الروكى) فيصل المعدل السنوى لسرعة الرياح إلى ٩,٢ متراً فى الثانية . وتزداد سرعة الرياح على القمم المنعزلة التى يحيط بها فضاء واسع حتى ولو كانت قليلة الإتفاع ، ففى مونت واشنجتن Mount Washington فى شمال مرتفعات الأبلاش يبلغ المعدل السنوى لسرعة الرياح ١٥ متراً فى الثانية على الرغم من أن ارتفاعه لا يزيد عن ١٩٥٠ متراً . ويمكن القول عموماً أن سرعة الرياح تشتد فى الأراضى الداخلية كلما ارتفعنا . ففى أراضى منطقة ناوين Nauen غربى برلين تبلغ سرعة الرياح على

ارتفاع ٢ متر ٣,٢٩ م/ثانية؛ وعلى ارتفاع ١٦ م تبلغ سرعة الريح ٤,٨٦ م/ ثانية ، وعلى ارتفاع ٣٢ م يبلغ المعدل السنوى لسرعة الرياح ٥,٥٤ م / ثانية .

ويشتد تأثير الرياح على الخصوص عندما تبلغ سرعة الرياح نهاياتها العظمى . ففى مرتفعات Saentis وصل المتوسط اليومى لسرعة الرياح ٣٢,٣ متراً فى الثانية ، بل قد بلغت السرعة ٤٦,١ متراً / ثانية . ويحدث ذلك على الخصوص فى بعض أيام وسط الشتاء . وفى مدينة « زيوريخ » تصل النهاية العظمى لسرعة الرياح أحياناً إلى ٢٤ م / ثانية .

وعلى الرغم من أن سرعة الهواء المتحرك تفوق سرعة المياه الجارية بكثير ، إلا أن الهواء أقل كثافة من المياه ودونها فى كتلها (ك) المتحركة ، وبالتالى فإن قوة الهواء المتحرك أضعف من قوة المياه الجارية . ولا يعتمد تأثير الرياح على كتلة الهواء وإنما على سرعته فى مكان التأثير . وعموماً لا تتحرك الرياح فى مسار ضيق محدود كما هى حال مياه نهر . ولكنها تهب على مساحة كبيرة فتصقلها ، وتلائم نفسها بالبيئة الجديدة التى قد تتميز باختلاف فى طبيعتها ، وتباين فى ارتفاعها . وتتفوق الرياح على الجليد المتحرك والمياه الجارية فى قدرتها على مقاومة الجاذبية الأرضية . فهى تتحرك صعداً إلى قمم المرتفعات وتهبط إلى أسافلها ، وهى فى مسارها لا تتقيد بإنحدار معين ، ولهذا لا يمكن للبيئة الطبيعية التى تشكلها الرياح أن تظهر فى صورة بيئة الأودية ، ولكنها تتطور إلى مظهر البيئة الحوضية . وعندما يمر التيار الهوائى بعوائق فإنه يحجز أمامها ، فيزداد عنفاً ، بينما يتوزع فى ظهيرها فتضعف قوته . ومع هذا فإن قوة الرياح الهابطة تشتد فيما وراء العقبة خاصة إذا كان الإنحدار شديداً ، ويزداد تأثيرها كلما كبرت زاوية الإنحدار .

ويصبح دوام تأثير الرياح دون تأثير المياه الجارية فى الجهات التى تهب عليها الرياح بانتظام . فتأثير الرياح يتغير بالتباين فى قوتها وفى اتجاهاتها وفى تكرر هبوبها . ويزداد تأثيرها عندما تهب على دفعات ، وفى شكل هبات مختلفة السرعة ؛ وكثيراً ما تتدخل مظاهر التضاريس فى إعاقتها أو فى تغيير اتجاهاتها ؛ وكثيراً ما يحدث الخطأ فى تمييز الجانب المقابل للرياح من الجانب المظاهر لها .

وإلى جانب التيارات الهوائية السطحية السائدة ، هناك التيارات الصاعدة أو الدوامات التى تمتاز بقدرة كبيرة على الإمتصاص صعداً .

ولا تستهلك الرياح قوتها فى الهبوب فحسب ، وإنما تقوم أيضاً بالنقل هبوطاً وصعوداً (E. E. Free ١٩١١) . وذرات المواد التى تحملها الرياح هى التى تصنع «اغبرار الجو» ؛ « والجو المغبر » كالماء العكر من تأثير ذوات المواد الدقيقة العالقة بهما .

وتتوقف مقدرة الرياح على النقل على سرعتها ، وذلك حينما تظل كتلة الهواء المتحرك ثابتة . وقد أجريت عدة تجارب لتعيين مقدرة الرياح على النقل مع اختلاف السرعة وباستخدام رمال من الكوارتز ، وكانت النتائج كالآتى (J. Thoulet ١٩١١ ، وانظر أيضاً Sokolo ١٨٩٤ و Bagnold ١٩٤١) .

	قطر الحبيبات بالمليمتر	سرعة الرياح متر / ثانية
رمل بالغ الدقة	٠,٠٣	٠,٢٥
	٠,٠٤	٠,٥
رمل دقيق جداً	٠,١٢	١,٥
رمل دقيق	٠,٢٥	٣,٠
	٠,٣٢	٤,٠
رمل متوسط	٠,٦	٧,٤
رمل خشن	١,٠٤	١١,٤

وتتحكم أيضاً فى كمية ما تستطيع الرياح نقله عوامل أخرى تختص بالحبيبات نفسها كشكل الحبيبة وموضعها ، إذ تزداد مقدرة الرياح على تحريك الحبيبات والذرات التى تتميز بشكل غير منتظم .

وتستطيع عواصف الغبار وزوابع الرمال أن تنقل ما يحمله الهواء من مواد دقيقة عبر مسافات شاسعة ، قد تصل أحياناً إلى عدة آلاف من الكيلو مترات (L. Wittschell ١٩٣٠ ، Rodewald ١٩٣١) . هذه العواصف والزوابع

تهب من الصحراء الكبرى ، إذ تثيرها انخفاضات جوية تتحرك على طول حواف الأقاليم الجافة ، وتلك هى العواصف التى أطلق عليها « تسيستلر Zistler » (١٩٢٦) إسم السيروكو Scirocco . ومثال تلك العواصف ما هب منها فى أيام ٩ ـ ١٢ مارس سنة ١٩٠١ ، فقد استطاعت تلك العواصف أن تنقل غبار الصحراء الكبرى الإفريقية إلى شمال القسم الأوسط من أوربا . وقد قدر وزن ما سقط منها من غبار فى شمال إفريقيا بـ ١٥٠ مليون طن مترى ، وفى إيطاليا ١,٣١٤ مليون طن ، وفى النمسا والمجر ٣٧٥ ألف طن ، وفى شمال ألمانيا ـ ٩٣,٠ ألف طن (أنظر Hellmann و Meinardus ١٩٠١) . وفى شهر فبراير سنة ١٩٠٣ هبت عاصفة ترابية أعنف ، أسقطت على أراضى غرب ووسط أوربا غباراً قدر وزنه بعشرة ملايين من الأطنان (Herrmann ١٩٠٣). ولا تتميز الصحراء الكبرى وحدها بظاهرة العواصف الترابية ، فهناك جهات كثيرة من أنحاء العالم تعرف زوابع الغبار وتعانى منها ، كشبه الجزيرة العربية والعراق وإيران ، والقسم الداخلى من قارة آسيا حيث تنشأ فيه الزوابع التى تهب على الصين (أنظر Guppy ١٨٨١ و Harrington ١٨٨٦ و Richthofen ١٨٧٧) ؛ وعدا هذه المناطق هناك أيضاً شمال غرب الهند (Baddeley ١٨٩٩) وأستراليا (Noble ١٩٠٤) . ولا يقتصر حدوث تلك العواصف فى المناطق الصحراوية فحسب ، بل نصادفها أيضاً فى الجهات شبه الصحراوية ، فى أراضى الاستبس كما فى جنوب أفريقيا والسودان الغربى (تهب نحو خليج غينيا) ، وأراضى الاستبس الروسية ، وفى برارى أمريكا الشمالية ، وتتولد هنا على الخصوص فى أراضى الغرب الجافة .

ويتكرر سقوط الغبار الآتى من الصحراء الكبرى فى أراضى وسط أوربا كثيراً وهو ـ عدا المثالين السابقين الواضحى التأثير ـ يظهر هناك فى شكل ثلج ملوّن ؛ إذ يختلط بالثلوج المتساقطة فيخلع عليها لونه . ففى سنة ١٩٠٦ (٢٢ ـ ٢٣ مارس) تساقط ثلج مصفرّ اللون على مرتفعات الألب الشرقية فى جنوب النمسا وشمال إيطاليا (الألب الكارنية Carnic Alps) . وفى سنة ١٩١٦ (٩ مارس) تساقطت ثلوج حمراء اللون على منطقة شتاير مارك Steiermark قرب

جراتس Gratz بالنمسا . وفى سنة ١٩٣٦ (٢٨ فبراير) تلبدت سماء المنطقة السالفة الذكر بسحاب أصفر اللون ما لبث أن تساقطت منه ثلوج غزيرة صفراء اللون . وبعد مرور بضعة أيام من ذلك التاريخ انهمر مطر أصفر اللون على معظم الأراضى السويسرية . وقد تكرر حدوث هذه الظاهرة ست مرات فى مدى عام واحد (حتى ٢٤ مارس سنة ١٩٣٧) وشملت معظم مرتفعات الألب .

وعدا الغبار الذى يتكون من ذرات دقيقة ، تستطيع الرياح أيضاً أن تحرك مفتتات صخرية وحصى يصل فى حجمه إلى حجم بيض الدجاج . فالرياح إذن تمتاز بقدرة على النقل من موضع ، والإرساب فى موضع آخر .

٤ ـ الاكتساح والنحت بواسطة الرياح :

تعتبر عملية التعرية بواسطة الرياح عملية مزدوجة تساهم فيها ظاهرتان يصعب تحديد أيهما أقوى تأثيرا . فعملية الإكتساح Ausblasung = Deflation بواسطة الرياح تؤدى إلى حمل ودفع وإزالة المواد الصخرية الهشة من غبار ورمال وحصى ذى حجم معين . أما عملية النحت فتتم بواسطة انقضاض الرياح المحملة بالمفتتات الصخرية التى تتحول إلى عواصف رملية تقوى على مسح الصخور وبريها وصقلها ، كما تستطيع نحر الصخر وحفره وتكوين كهوف وثقوب وخطوط غائرة . هاتان الظاهرتان ـ الإكتساح والنحت ـ تدأبان فى العمل وتتناوبان التأثير فى الصخر وبهما يتم تأثير الرياح كعامل تعرية . فحينما ترقى عملية الإكتساح ـ بما ترفعه وتحمله من حطام صخرى ـ إلى مرتبة النحت ، تبدأ عملية النحت فى تفكيك الصخر وتفتيته وإعداده للإكتساح ، ثم يبدأ النحت من جديد . ولهذا فإن طبيعة الصخر عامل من العوامل الهامة التى تتوقف عليها قدرة تأثير كل من الإكتساح والنحت .

وهناك خلاف بين الجيولوجيين والجيومورفولوجيين فى تقييم قدرة كل من الإكتساح والنحت على تشكيل سطح الصحارى . فيرى كل من والتر J. Walther (١٨٩١ و ١٩٠١ و ١٩٢٤) الذى درس التعرية الهوائية فى صحراء حلوان ، وشفينفوث Schweinfurth (١٨٩٦) وكايزر E. Kaiser (١٩٢٣ و

١٩٢٦ و ١٩٢٧) الذى قام بأبحاثه فى صحراء ناميب Namib (أنظر الخريطة فى نهاية البحث) أن عملية الإكتساح أهم وأبعد أثراً ، وإليها يرجع الفضل فى تكوين الأشكال الكبيرة فى الصحراء ، بينما يعمل النحت على تكوين الأشكال الصغيرة فقط . ويعتقد هذا الفريق من الباحثين أن النحت بواسطة الرياح يقتصر تأثيره على الأراضى البالغة الجفاف والمحولة ، بينما يشمل تأثير الإكتساح مجالات أوسع رقعة وامتداداً .

وقد عارض بسارجى Passarge (١٩٠٩ و ١٩٢٤ و ١٩٢٦ و ١٩٣٣) هذا الرأى ، وقال إن صحراء ناميب نظراً لغناها بالرمال لا تصلح أساساً لمثل هذا التفسير ، وبناء على أبحاثه الجيومورفولوجية فى الصحارى المصرية ، استطاع أن يميز من خلال دراسته لمختلف العمليات التى تتم بناء على التباين فى طبيعة الأرض ، بين الدور الذى تقوم به عملية الإكتساح والدور الذى تقوم به عملية النحت . ففى الصحراء الشرقية التى تخلو من الرمال ، وتتميز بأرض يختلط فيها الغبار بالأملاح ، يوجد فيها الحطام الصخرى أسفل غشاء أو قشرة ملحية رقيقة لا يتعدى سمكها ملليمتراً واحداً ، وهى من الرقة بحيث يستطيع الإصبع إختراقها بسهولة ، وتوجد تحت تلك القشرة مواد دقيقة الحبيبات ترابية هشة من السهل تحريكها ، وتختلط بها بعض الحبيبات الخشنة . وعلى الرغم من وجود تلك المواد الهشة فإن الرياح لا تقوى على اكتساحها ، ويرجع ذلك لانعدام وجود رمال ، وبسبب وجود القشرة الملحية الرقيقة التى تحمى تلك المواد الدقيقة من تأثير الرياح . ويتضح تأثير هذين العاملين حتى عندما تهب العواصف الشديدة ، إذ أن الجو يبقى نظيفاً خالياً من الغبار . هذه القشرة الملحية تماثل فى تأثيرها الحامى ما يسمى بالغشاء الترابى الذى وصفه Mortensen (١٩٢٩ و ١٩٥٠) فى صحراء شيلى (أنظر أيضاً Blanck ١٩٣١) كما شاهده ووصفه Brandt (١٩٣٢) و Passarge (أنظر المراجع السابقة له) فى صحارى مصر ؛ هذا الغشاء يمثل قشرة متصلبة لا يزيد سمكها عن بضع ملليمترات قليلة ، ويتركب من الغبار الهش غير المتماسك الذى يوجد أسفله . ويبدو أن هذا الغشاء قد تكون نتيجة لتعرض الأتربة لرطوبة عرضية أعقبها تبخير

سريع فتماسكت وتلاحمت وتصلبت . وشبيه بهذه القشرة الرقيقة الكلسية التى تتكون عادة فى أراضى الاستبس ، والتى تغطى الأرض الجافة التى تحتوى على نسبة من أملاح الكلسيوم . ومثلها أيضاً ما يحدث فى أراضى العروض المعتدلة إذ تجف التربة السطحية فى شكل قشرة صلبة . ولا يقتصر وجود تلك الظاهرة فى صحارى مصر وصحراء أتكاما Atacama فحسب ، بل توجد أيضاً فى الصحراء الجزائرية ، وفى الجهات الغربية الجافة من أمريكا الشمالية ، حيث استطاع راسيل J. C. Russell (١٨٨٩) أن يتعرف عليها فى حوض نهر « سنيك » Snake.

وفى صحراء مصر الغربية حيث يتوفر وجود الرمال مع وجود الأراضى التى يختلط فيها الغبار بالأملاح ، تستطيع الرياح أن تقوم بوظيفتى الإكتساح والنحت، إذ تتوافر لديها معاول الهدم وهى الرمال . فالرياح هنا تستطيع بما تحمله من رمال أن تمزق الغشاء الملحى المتصلب ، وتنفذ إلى ما تحته من غبار فتذريه ، وسرعان ما يغبر الجو حتى ولو كانت الريح ضعيفة ، وتهب على الصخور فتصقلها وتبريها وتخلع عليها أشكالا جديدة .

وفى منطقة بحيرة قارون بإقليم الفيوم نجد أمثلة حية واضحة للتعرية الهوائية سواء حيث توجد الرمال أو حيث ينعدم وجودها . ففى نطاق يتكون من « مارل » رملى (يحتوى على كربونات كلسيوم) ينتمى للعصر الكريتاسى ، ويمتد على طول شاطىء البحيرة الشمالى مسافة تصل إلى حوالى عشرين كيلو متراً بعرض يتراوح بين ٥ ــ ٨ كم ، استطاعت الرياح أن تنحت وتكتسح من الأرض ما بلغ سمكه بين ٨ ــ ١٠ م منذ العصر البطلمى ، وحولت أرض النطاق إلى أشكال التلال الصخرية الطولية ، والأخاديد « الهوائية » . أما فى جزيرة القرن التى تقع فى قلب البحيرة والتى تخلو من الرمال ، فتتكون أراضيها من تربة بنية قديمة ، شاهد مثلها بسارجى Passarge (١٩٣٣) فى صحراء حلوان ، وعاد بنشأتها إلى عصر البليوستوسين . وقد غطت حواف الجزيرة طبقة من الطين البحيرى تعلوها قشرة متماسكة تحميها من تأثير الرياح .

وقد لاحظ ماول Maull (١٩٣٢ و ١٩٥٨) من مشاهداته وأبحاثه فى شمال الصحراء الكبرى الأفريقية إضمحلال تأثير الرياح فى المناطق التى تحميها

مثل تلك القشور الملحية أو الترابية الرقيقة . وفى منحدرات الشواهد Zeugen والجبال الجزيرية Inselberge التى تتركب من طبقات متعاقبة من صخور رملية وطفل جيرى (مارل) ورمال ، والتى تقع إلى الغرب من واحات توغورت (فى الجزائر) نجد أن الطبقات الصلبة تبدو معلقة ، إذ قد أزالت الرياح بما تحمله من رمال وغبار يتوافر فى الإقليم ما تحتها من طبقات هشة ؛ مثل تلك الأشكال لا نجدها فى منطقة قريبة (فى هضبة المزاب Mzab) التى تتألف من صخور جيرية كريتاسية يعوزها وجود الرمال .

وتعمل القشور السطحية بأنواعها المختلفة ومنها القشور الجيرية على حماية الأرض وإضعاف تأثير الرياح فيها . ولكنها لا تستطيع أن تمنع هذا التأثير تماماً . وهذا يتوقف أولاً وأخيراً على حمولة الرياح من الرمال . ففى المناطق العامرة بالرمال تصبح عملية النحت قوة فعالة فى تشكيل سطح الأرض رغم وجود القشور المتماسكة . أما عملية الإكتساح Deflation وحدها فلا تستطيع تكوين أشكال مورفولوجية إلا حيث تتوافر المواد الهشة العارية من كل حماية . ولا يشك فى الأهمية الجيومورفولوجية لعملية الإكتساح ، فهى المسئولة عن رفع كميات هائلة من الغبار فى شكل عواصف ترابية ، وإن كانت عملية النحت Corrosion تساعدها وتسد من أزر أثرها فى البداية .

٥ - الأشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن فعل الرياح كعامل تعرية (اكتساح ونحت) :

مما لا شك فيه أن الأشكال الجيومورفولوجية التى نشاهدها فى المناطق التى يسودها تأثير الرياح قد أصابها الكثير من فعل التعرية الهوائية أكثر مما فى الجهات الأخرى التى لا نعدم أن نجد لها مثيلا فيها . وهذه الأشكال لم تتحول وتتخذ صوراً جديدة ، ولهذا لا يمكن اعتبارها أشكالا مثالية للتعرية الهوائية ، بل تذكر فى معرض دراسة سمات البيئة المورفولوجية للصحارى ، ولهذا تبدو الأشكال المثالية الناجمة عن تعرية الرياح قليلة نوعاً . ونظراً لتداخل وتعاون عمليتى الإكتساح والنحت ، فإنه يصعب بل يستحيل أحياناً التفريق بين الأشكال التى تدين بنشأتها لفعل هذه أو تلك .

ومن بين الأشكال الهامة التى يتضح فيها تأثير التعرية الهوائية ما يطلق عليه باللغة الألمانية Windkanter أو Fazettengeschiebe وبالفرنسية Cailloux Faconnés ، وبالإنجليزية Ventifacts [1] (Made by Wind ، Wind Cut Pepples) وهى على الرغم من أنها أشكال متناهية الصغر ، إلا أن وجودها فى مكان ما يدل على أن صقل الرمال كان أو ما يزال دائباً فى العمل .

وهى عبارة عن حصى أو قطع من الصخر تمزقت منه بتأثير القفز ، وتعرضت لانقضاض هبات الرمال فترة طويلة ، فنشأ عن ذلك برى وصقل أحد جوانبها ، وتعرف حينئذ بذات الوجه أو الجانب الواحد Einkanter الذى تتعامد حافته مع اتجاه الرياح . وحين يتغير وضع قطعة الصخر أو الحصوة لسبب أو لآخر، كأن تدور أو تنقلب بفعل قوة هبوب الرياح يتعرض جانب ثان ثم ثالث ... لهبوب الريح المحملة بالرمال ، فتتكون عدة أوجه تصقلها وتبريها الرياح ، فينشأ عن ذلك أن يتحول الحصى إلى أشكال مثلثة أو رباعية أو خماسية أو متوازية الأوجه والحواف . وقد ينشأ مثيل لتلك الأشكال حينما يتغير إتجاه الرياح بانتظام ، ويبقى الحصى ثابتاً .

وفى أثناء عملية بناء تلك الأشكال تجاهد الريح المحملة بالرمال فى برى قطع الصخر ونحتها لتصبح فى مستوى البقعة المحيطة بها ، ولكن يعوقها فى سبيل ذلك مقاومة الصخر نفسه . وينشأ عن تضارب تلك القوى وجه مصقول يشتد إنحداره كلما ازدادت صلابة الصخر ، كما فى الجرانيت والكوارتز والكوارتزيت (متحول عن كوارتز الصخر الرملى فى مستويات التحول الثلاثة العليا والوسطى والسفلى) والجراوفاكين Grauwacken [2] . أما فى حالتى

---

(١) أطلق الأسم على هذه الأشكال ليدل على أن الرياح هى التى صنعتها أو شكلتها ، وقد أوحت إلى هذه التسمية الأشكال الحجرية التى كان يصنعها الإنسان فى العصور الحجرية القديمة Artifacts (انظر ص ٤١٠ من كتاب Maull ١٩٥٨) .

(٢) صخر رملى قديم يرجع ارسابه الى الزمن الأول وما قبله ، وهو رمادى اللون أو رمادى مخضر ، ويتركب من الكوارتز والفلسبار كما يحتوى على حطام صخور ومعادن أخرى كالكوارتزيت والفليت Phyllite (متحول عن الصخور الرملية والطينية فى مستوى التحول العلوى) .

الصخر الجيرى وصخر الدولوميت (يتركب من كربونات كلسيوم وكربونات مغنسيوم) فتتكوّن أشكال هرمية ومخروطية ذات أوجه مسطحة . أما الحواف أو الأضلع الحادة للأوجه فلا تظهر إلا عند تمام تكوين تلك الأوجه (Cloos ١٩١١ و Walther ١٨٨٧ ، ١٩١١ و Tolman ١٩٠٩ و Bryan ١٩٣٥ ، ١٩٢٢ و Davis ١٩٣٠ و Field ١٩٣٥ و Lawson ١٩١٥) .

وتوزيع هذه الأشكال ليس منتظماً فى كل الصحارى . فبينما يكثر وجودها فى الصحراء الليبية (جودة ١٩٧٢ ، ١٩٧٥) ، وفى صحراء ناميب حيث قام بدراستها « كلوس Cloos » على الخصوص ، نجدها قليلة أو نادرة الوجود فى صحراء أتكاما وفى صحراء الجزائر ، حيث يكثر وجود أشكال أخرى عبارة عن أحجار جيرية تتميز بخطوط غائرة وحزوز غير منتظمة وبجواف مستديرة، كما تبرز فيها عقد جيرية تفصل بينها فجوات كانت تحتلها مواد لاحمة نحتتها الرياح ، أو عروق كلسية تفصلها خطوط غائرة ، ويكثر أيضاً وجود الصخور التى صقلتها الرياح من جميع جوانبها ؛ فلا تكاد تظهر فيها الحواف المستديرة ، وتنشأ البثور أو الجدرات فى أوجه الصخور فى الغالب نتيجة لتأثير عمليات التحلل الكيماوى والتعرية الهوائية معاً .

وعدا هذا تتميز الأجزاء الشمالية من الصحراء الكبرى الأفريقية بتجمعات قد تبدو أحياناً فى شكل مستويات من قطع صخرية صغيرة مصقولة برتها الريح برياً دقيقاً ؛ وهى فى الواقع تمثل مخلفات عملية « الإختيار » التى تقوم بها الرياح التى تحمل ما تطيقه ، وتترك عدا ذلك من حطام صخرى يلتصق بأرض الصحراء فى شكل « زرد الدرع » Steinchen - Panzer كما يسميه Mortensen (١٩٢٩ و ١٩٥٠) . أما Penk (١٩٠٩) فيسمى هذه الظاهرة « عملية تلبيس » Panzerung ، وهى عملية تمتاز بها الصحارى .

أما الحصى ذو الأوجه المصقولة Windkanter ، فتتميز بوجوده الجهات التى تتوفر فيها عملية الصقل والبرى بواسطة الرياح المحملة بالرمال . ولهذا يكثر وجوده أيضاً فى غير الأراضى الصحراوية القاحلة ، إذ يوجد بكثرة فى الرواسب البليوستوسينية فى شمال ألمانيا ، ولا يعنى هذا أن تشكيله قد تم فى عصر

البليوستوسين فحسب ، وإنما قد تبين أن عملية الصقل والبرى لكثير من جوانبه ما تزال دائبة . ومثل هذا الحصى ما يوجد أيضاً فى مناطق تراكم الرمال الهوائية فى الجهات الداخلية ، كما فى أخدود وادى نهر الرين إلى الجنوب من مدينة فرانكفورت .

وتستطيع الرياح المحملة بالرمال أن تنحت الصخور والحوائط الصخرية إلى إرتفاع محدود من سطح الأرض . ويشتد تأثير النحت فى تلك الصخور والحوائط على ارتفاع قليل من سطح الأرض (أى من قاعدتها) ، نظراً لأن الريح تستهلك قسماً من قوتها فى الإحتكاك بالأرض ، فتنشأ عن ذلك أشكال تشبه الأرائك أو « العروش » أو المظلات ، يطلق عليها جبال الشواهد الصحراوية Wuestenzeugenberge والجبال الجزيرية Insel berge حيث استطاعت الرياح أن تنحت الصخور من جذورها ، أو تنحت الطبقات اللينة على مستويات مختلفة، كما تنشأ أيضاً وبنفس الطريقة الأشكال الصخرية التى تشبه فى مظهرها عش الغراب . ويعتقد « لويس Louis » (١٩٦١) أن العامل الرئيسى فى تكوين تلك الأشكال ليس النحت فى كثير من الأحوال ـ وإن لم ينكر أثره ـ وإنما عملية إكتساح المواد الخشنة التى تكثر عند أسافل الصخور عقب سقوط المطر وازدياد الرطوبة ، نتيجة لعمليات التحلل والإذابة .

وبفعل النحت تنشأ الحفر والثقوب فى الصحارى . ومثل تلك الحفر توجد أيضاً فى المناطق الرطبة ، ولكنها هناك قليلة ليست بالكثرة التى نجدها فى الجهات الصحراوية ، ولهذا يمكن إعتبارها ظاهرة تختص بها الصحارى . وللحفر الصحراوية التى لم يشترك فى تكوينها عامل آخر غير النحت بواسطة الرياح مظهر خاص ، إذ تبدو جوانبها مصقولة تماماً ، كما يخلو قاعها من الرواسب أو يكاد . وتبدو بعض أشكال التعرية الهوائية ، كالأرائك والمظلات والموائد وما شاكل ذلك نادرة الوجود فى بعض الصحارى ، كما فى إيران وصحراء الجزائر وشمال صحراء شيلى ، ولهذا ينبغى التحفظ عند التعميم فى وصف أشكال التعرية الهوائية فى الصحارى .

وتستطيع الرياح أن تنحت فى الصخور اللينة كصخور المارل والصخور

الطينية والرملية والتوفا الجيرية مكونة خطوطاً غائرة وقنوات تعرف بالقنوات أو الأخاديد الهوائية . وبين تلك الأخاديد تمتد أحياناً حافات حادة مصقولة . وكثيراً ما تنتشر تلك الأخاديد الهوائية فى أرض منبسطة متناسقة كما هى الحال فى صحراء جوبى Gobi التى تتكون أرضها من طبقات صخرية هشة . ويعتقد Kaiser (١٩٢٦) أن الأخاديد والقنوات الغائرة التى يصل عمقها إلى ١٥ متراً، والتى شاهدها فى صحراء ناميب ، قد نشأت بفعل النحت الهوائى .

وعند أطراف الأراضى الفيضية الواسعة فى الأحواض الصحراوية المغلقة تنتشر مساحات واسعة من الطفل والطين الملحى يطلق عليها البلايات Playas فى أمريكا اللاتينية ، والسبخات فى الصحراء الكبرى والكيواير Kewire فى إيران . وحين تجف تلك الرواسب وتتصلب فى الجهات التى تسودها رياح منتظمة الإتجاه ، يتحول سطحها بفعل الرياح إلى قنوات غائرة طويلة متوازية تقريباً ، ذات جوانب شديدة الإنحدار يبلغ عمقها أكثر من المتر ، وعرضها حوالى متر أو أكثر. وفيما بين القنوات تبرز الأرض فى شكل عروق أو ضلوع . وتبدو الأرض فى مظهر مضرس فيصعب إجتيازها . ويطلق على هذه التضاريس فى إقليم بحيرة لوب نور Lob - nor (شرقى حوض تاريم) بتضاريس الياردانج Yardang . ويظهر أن ضلوع الياردانج يرتبط وجودها وثباتها بوجود شجيرات نامية أو يابسة تعمل جذورها على تماسك رواسب الطفل والطين ، وبالتالى على تقوية مقاومة تلك الرواسب للنحت الهوائى (لويس Louis ١٩٦١) .

وتستطيع الرياح أيضا أن تكون منخفضات هوائية = Blowouts Winderosionswannen تتعاون فى حفرها عمليتا الإكساح والنحت . ويعزو والتر Walther (١٨٩١ و ١٩٠١ و ١٩٢٤) تكوين منخفضات الواحات الليبية إلى عملية الإكتساح وحدها ؛ ومثله « كايزر Kaiser » (١٩٢٣ و ١٩٢٦ و ١٩٢٧) فى تفسير تكوين منخفضات صحراء ناميب ؛ كما يرجع Maul تكوين منخفضات الباخ كياخ P'ang Kiang فى منغوليا والتى يصل عمقها إلى ١٤٠ متراً إلى عملية الإكتساح وحدها أيضاً (Maull ١٩٥٨) . أما بسارجى Passarge (١٩٠٩ و ١٩٢٤ و ١٩٢٦ و ١٩٣٣) فيرجع تكوين تلك المنخفضات وأمثالها إلى عملية النحت Corrosion وحدها .

ومن الممكن أن تنشأ « منخفضات الإكتساح » فى منطقة تتكوّن من مواد هشة عارية تماماً من كل حماية . ومثلها التجاويف التى تنشأ فى مناطق الكثبان الرملية (أنظر Maull ١٩٥٨ ص ٤٢٠ وما بعدها والصورة رقم ٦٧) . أما حيث يغطى الرواسب الهشة غشاء صلب ، فإن عملية تكوين المنخفضات تحتاج فى مرحلتها الأولى إلى عملية حمل Aufhebung (أى إكتساح Deflation) ـ تتم مثلا فى منطقة رملية مجاورة ـ تمكن لعملية النحت من الإنقضاض على « الغشاء الواقى » وتمزيقه ، فينفتح بذلك المجال لعملية الإكتساح من القيام بالعمل الرئيسى فى تجويف المنخفض وتعميقه ، وتتعاقب العمليات حينئذ على النحو الآتى :

عملية إكتساح ، يليها النحت ، ثم عملية إكتساح التعميق . أما التجاويف التى تنشأ بفعل ا لرياح فى الصخور الصلبة ، فلا يقوى على حفرها سوى عملية النحت ، وإن كان يسبقها عملية إكتساح تمهيدية قد لا تستمد حمولتها بالضرورة من نفس المكان . هذه التجاويف تسمى حينئذ بتجاويف النحت .

وقد استطاع Kaiser (١٩٢٦) أن يميز فى منطقة أبحاثه فى صحراء ناميب منخفضات ضخمة عزى نشأتها إلى فعل عملية الإكتساح الهوائى وحدها . ويرى Maull (١٩٥٨) فى أصل نشأتها رأياً آخر ، إذ يعتقد أنها لا يمكن أن تنشأ إلا بواسطة عملية النحت . أما لويس Louis (١٩٦١) فيرجع تكوينها إلى عمليتى الإكتساح والنحت معاً .

وقد قام Kaiser بدراسة صحراء ناميب ومنخفضاتها دراسة جيولوجية وطبوغرافية دقيقة ، وسجل نتائج أبحاثه على خرائط خاصة ملونة مقياس ١ : ٢٥,٠٠٠ . وقد إستطاع أن يميز طبقات من الصخور الرملية وصخور الأركوز Arkose [١] التى ترجع إلى العصر الكامبرى ، وصخور الدولوميت ، وهى جميعاً ترتكز على أساس من الصخور البلورية التى تتركب منها كتلة جنوب

---

(١) Arkose كلمة فرنسية تطلق على الحجر الرملى الذى يحتوى على نسبة كبيرة من معدن الفلسبار .

غرب أفريقيا . وقد وجد أن تلك الطبقات قد أصابها التواء بسيط يتفق خط ظهور طبقاته مع الإتجاه العام للرياح السائدة من الجنوب إلى الشمال . ولما كانت صخور تلك الطبقات تتميز بسهولة تحللها وتفككها ، لهذا استطاعت الرياح أن تكتسح وتنحت تلك التكوينات مكونة لمنخفضات طويلة مغلقة ، يتراوح طولها بين ١٠,٥ كيلو متراً وعرضها بين ٢٥٠ و ١٠٠٠ متر ، كما يصل عمقها إلى نحو ٥٠ متراً .

وتمتد تلك المنخفضات ، وكذلك الأشرطة البارزة التى تفصل بينها فى إتجاه الرياح السائدة من الجنوب إلى الشمال تقريباً ، ولهذا يبدو مظهر السطح العام منتظماً متناسقاً ، ولكنها أحياناً تتفرع وتتشعب وتتصل ببعضها مكونة شبكة من المنخفضات .

وفى بعض الأماكن ، على مستويات مختلفة من منحدرات تلك المنخفضات ، وعند حواف قواعدها خاصة حيث تلتقى تلك الحواف بمصبات المسيلات الجافة والقنوات المعلقة ، توجد بقايا مجمعات Fanglomerate [١] . ووجود هذه المجمعات بنظامها المعين يدل على أن تلك المنخفضات لم تنشأ عن حدوث حركة التوائية ، وإنما بواسطة نوع معين من التعرية يستطيع رفع تلك الرواسب صعداً وإخلاء المنخفضات منها ، ونعنى بهذا النوع التّعرية الهوائية .

وتبدو أهمية الأبحاث الخاصة بتلك المنخفضات بأنها تثبت بالدليل الواضح عظم الدور الذى تقوم به التعرية الهوائية فى الجهات الجافة .

وتتميز التّعرية الهوائية فى عملها بعملية « إختيار » خاصة ، فعملية الإكتساح تنقل المواد الدقيقة بطريقة أو بأخرى ، وتترك المواد الخشنة فى شكل

---

(١) Fanglomerate : (نوع من البريشا Breccie الطينية) عبارة عن رواسب تتميز بها الجهات الجافة ، وتنشأ من اكتساح التكوينات بواسطة مياه الأمطار الفجائية ، وارسابها فى شكل مروحة (ومن هنا جاءت التسمية عن الانجليزية Fan) فى سهل فسيح أو فى أحواض مغلقة ، وفى هذه الرواسب يختلط الحصى المدبب الكثير الزوايا بالمواد الدقيقة فى غير تناسق أو انتظام أو تجانس .

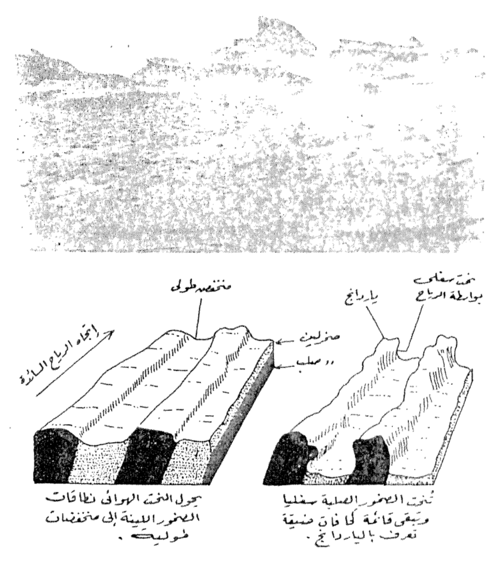
غطاء يتكون من صخور وحصى يتناثر هنا وهناك ، هذا الغطاء يطلق عليه والتر Walther غطاء الإختيار Auslesedecke ويسميه بسارجى Passarge الرصيف الحصوى Steinpflaster ، أمـا Kaiser فيطلق على هذا الغطاء « مخلفات عملية الإكتساح Deflationsrueckstand » ؛ فالأرض حينئذ قد عانت عملية « تلبيس Panzerung » بفعل التعرية الهوائية كما يقول بنك Penck (١٩٠٩).

مثل هذا الغطاء الحصوى الناتج عن عملية إختيار التعرية الهوائية وصفه Nordenskjoeld (١٩١٤) فى جنوب غربى جزيرة جرنيلندا ، وأطلق عليه إسم « الدرع الصخرى » Steinpanzer ويغطى هناك الكتلة الصخرية القديمة التى تتكون منها الجزيرة . وهذا الغطاء كما قلنا يتركب من صخور وحصى مختلف الأحجام أثرت فيه التعرية الهوائية فصقلته وبرته ، ويظهر الحصى والصخور مبعثرة هنا وهناك ، ولكنها تتجاور وتتلاصق أحياناً مكونة غطاء يختلف فى سمكه الذى قد يبلغ ١٠ سنتيمترات ، وهو حينئذ يقى الأرض من فعل التعرية الهوائية . وعملية التلبيس هذه لا يقتصر ظهورها على الصحارى والسواحل (جرينلندا) فقط ، وإنما نجدها أيضاً فى أعالى المرتفعات التى تخلوا من النبات فتتعرض لفعل التعرية الهوائية .



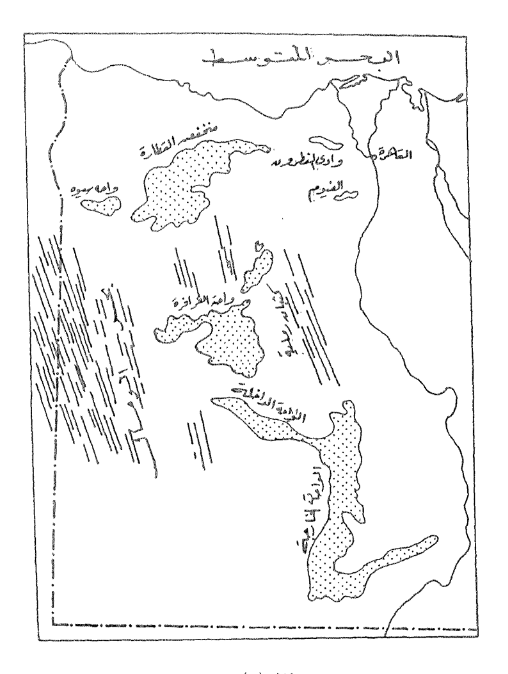
شكل (١)

صحراء ناميب : كتلة صخرية دولوميتية برتها هبات الرياح
المحملة بالرمال وصقلتها وحززتها . السهم يشير إلى إتجاه الرياح



صورة وشكل (٢)

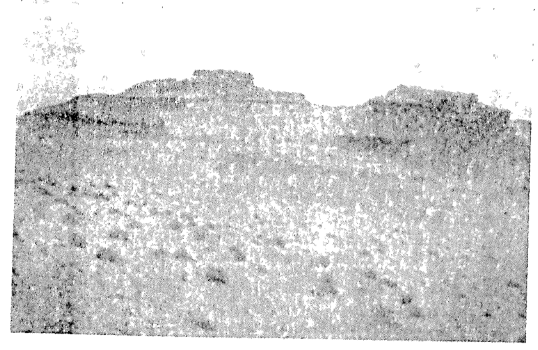
تضاريس ياردانج الناشئة عن النحت بواسطة الرياح



شكل (٣)

منخفضات الواحات بصحراء مصر الغربية

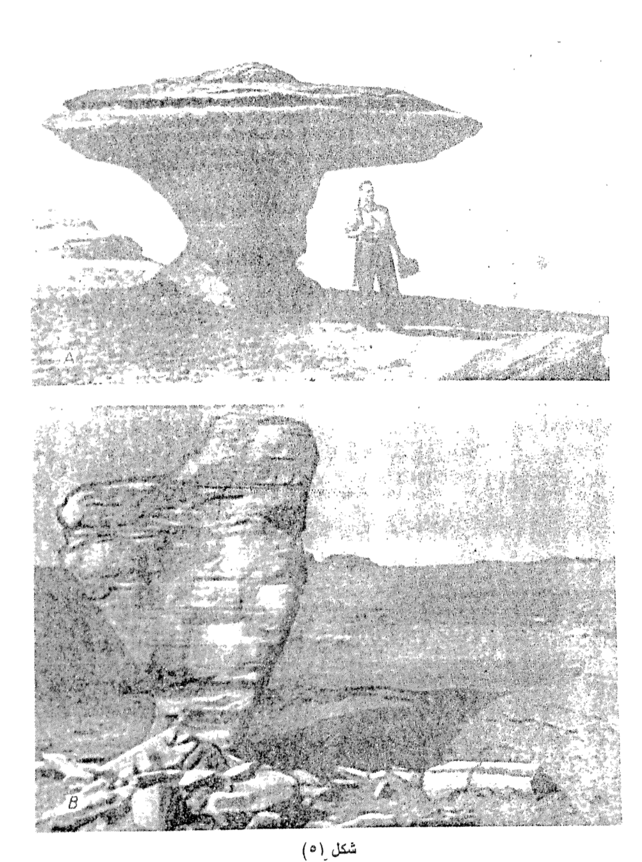




شكل (٤)

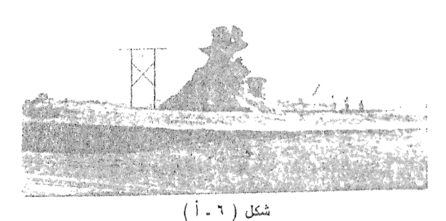
صحراء مصر الغربية : تأثير التعرية الهوائية فى الكتل الصخرية

جبال جزيرية وصحراء صخرية



شكل (٥)

صحراء كراكوم : مائدة صحراوية وقائم صخرى



شكل (٦ - أ)

صحراء مصر الغربية : شاهد صخرى



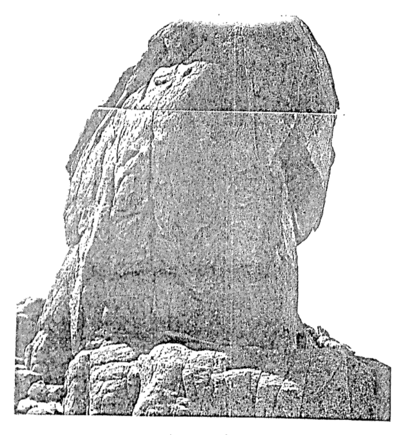
شكل (٦ - ب)

مطرقة صخرية - منطقة رأس محمد - جنوب سيناء



شكل (٧ - أ)

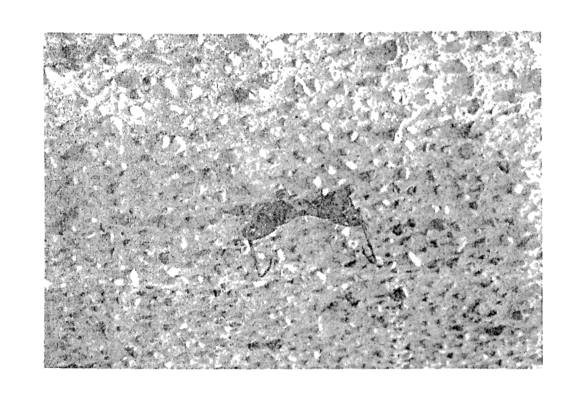
قارة (ميزا   صحراء مصر الغربية



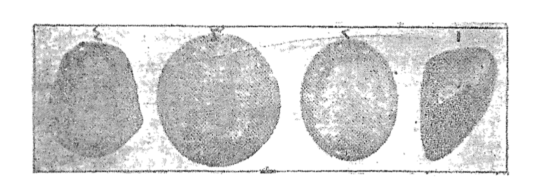
شكل (٧ - ب)

جبل جزيرى (منعزل - انفرادى - برج صخرى)

منطقة رأس محمد - جنوب سيناء

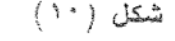


شكل (٨)
صحراء ليبيا : صحراء السرير (على بعد ٧٠ كم من واحة
واو الكبير ، شرق فزان)



شكل (٩)

صقل وبرى الحصى بالرياح المحملة بالرمال ـ الحصى ذو الأوجه المصقولة (١ ، ٤) ، الحصى المستدير (٢ ، ٣) من تأثير الماء الجارى



قسم من أرض المنخفضات الهوائية النشأة بصحراء ناميب بجنوب غرب أفريقيا (عن كايزر ١٩٢٦)

شكل (١٠)

المراجع

Baddeley, P. F., 1889. Dust whirls and fairy dancys. Month. Weath. Rev. 27 .

Bagnold, R. A., 1941. The physics of blown sand and desert dunes London .

Ball, J., 1927. Problems of the Libyan desert. geogr., Journ.

Blake, R., 1855. On the grooving and polishing of hard rocks and minerals by dry sand. Ann. Assoc. Proceed .

Blanck, E., 1931. Wuestenkrusten oder Wuestensandhaut ? Pet. Mitt.

Blanckwelder, E. 1931. Desert plains. Jour of geol. 39 .

Brandt, B., 1932. Die Staubhaut in der Aegyptischen Wueste. Mitt Dresden

Bravard, A., 1857. Observaciones geologicas sobre differentes terrenos des transporte en la hoya de la Plata. Buenos Aires .

Bryan, K., 1922, Erosion and sedimentation in the papago country, Arizona. U. S. geol. Surv. Bull. 730 .

Bryan, K., 1933 / 35. Progress in the geomorphology of arid regions. Zeitch. geomorph. 8 .

Capot-Rey, R., 1943, La morphologie de l'Erg occidental. Traveaux de l'Inst. de Recher, Sahariennes (Univ. d'Alger).

Capot - Rey, R., 1945. Dry and humid morphology in the western Erg. geog. Rev .

Capot-Rey, R., 1953. Le Sahara Francais. Paris, Presse Univ. France.

Cloos, H., 1911. Geologische Beobachtungen in Suedafrica. I. Wind und wueste in deutschen Namaland. Neues Jahrbuch f. Min. geol. Palaeon., Beil. Bd. 32.

Davis, W. M., 1930. Rock Floors in arid and humid climates. Jour. of geol. 38 .

Desor, E., 1864. Le Sahara, ses différents types de déserts et d'Oasis. Bull. Soc. Sciences nat. Neufchâtel .

D'Aoust, V., 1858. Observation sur un terrain d'origine météorique ou de transport aérien qui existe en Mexique. Bull. Soc. géol. 15 .

De Beaument, E., 1845. Lecons de géologie pratique, Paris.

Fraas, O., 1867. Aus dem Orient; geologische Beobachtungen am Nil, auf der Sinaihalbinsel und in Syrien. Stuttgart.

Free, E. E., 1911. The movement of the soil material by the wind, Washington.

Field, R., 1935. Stream caved slopes and plains in desert mountains. Amer. J. of Sc. 29 .

Gautier, E, F., 1928. Le Sahara , Paris .

Geiger, R., 1942. Das Klima der bodennahen Luftschicht. 2. Aufl. Braunschweig .

Guppy, H. D., Dust-winds of Hankow. Nature 24 .

Hellmann, G. & Meinardus, W., 1901. Der grosse staubfall vom 9.

bis 12. Maerz 1901, in Nordafrica, Sued-und Mitteleuropa. Abb. Preuss. Meteorol. Inst. Nr. 1, Berlin.

Harrington, M., W., 1886. Peking dust-storms. Am. Met. T. 3.

Herrmann, E., 1903. Die Staubfaelle vom 19. bis 23 Februar 1903 ueber dem atlantischen Ozean, Grossbritanien und Mitteleuropa. Ann. Hydr.

Johnson, D., 1932. Rock fans of arid regions. Amer. Jour. of Sc. 5. Ser. 23 .

Johnson, D., 1933. Rock plains of arid regions. geog. Rev.

Kaiser, E., 1923. Was ist eine Wueste ? Mitt. geogr. Muenchen .

Kaiser, E., 1926. Hoehenschichtenkarte der Deflationslandschaft in der Namib suedwestafrikas. Abh. Bayer. Akad, Wiss. Math. Phys. Kl. 30, Mitt. geogr. Ges. Muenchen .

Kaiser, E., 1927. Ueber Wuestenformen, insbesondre in der Namib Suedwestafrikas. Duesseldorfer geogr. Vortr. Breslau.

Keyes, ch. R., 1909. Baselevel of eolien ersion. Journ. of geol. 17 .

Keyes, ch. R., 1910. Deflation and relative efficiencies of erosional processes under conditions of aridity. Bull, geol. Soc Am.

Lawson, A. C., 1915. The epigene Profile of the desert. Univ. of Calif. Publ. Dep. of geol. 9.

Louis, H., 1961. Allgemeine geomorphologie 2. Aufl. Berlin.

Machatschek, F. 1927. die Oberflaechenformen der Binnen-und Hochwuesten. Dusseldorfer geogr. Vortr u. Abh., Breslau.

Maull, O., 1932. Geomorphologische studien aus dem oestlichen

Atlaslaendern und der algerischen Sahara. Pet. Mitt.

Maull, O., 1958. Handbuch der geomorphologie 2, Aufl. Wien.

Moritnsen, H., 1927. Der Formenschatz der nordchilenischen Wueste. Abh. Akad. Wiss. Math. Phys. Kl. N.F. 12., Goettingen .

Mortensen., H., 1929. Ueber vorzeitsformen in der chilenischen Wueste. Mitt. geogr. Ges. Hamburg .

Mortensen, H. 1950. Das gesetz der Wuestenbildung. Universitas 5, H. 7. Stuttgart .

المبحث الثانى

عصور المطر فى الصحراء الكبرى الأفريقية

عصور المطر فى الصحراء الكبرى الأفريقية

عرض لنشوء وتطور المشكلة

تمكن كل من بنك A. Penck وجايكى J. Geikie فى أواخر القرن الماضى (فى عام ١٨٨٢) من الإستدلال على تقسيم العصر الجليدى إلى عدد من الفترات الباردة (الجليدية) تفصل بينها فترات دفيئة (غير جليدية) . وقد أفسحت نتائج أبحاثهما المجال لدراسات متنوعة فى أنحاء متعددة من العالم ، وكان لهذا أثره السريع فى ظهور نتيجتين على جانب كبير من الأهمية .

الأولى : أن تلك الفترات الجليدية التى بلغ عددها بين ثلاث وخمس فترات متعاقبة على مدى المليون سنة الأخيرة من عمر الأرض ، والتى تكررت بشكل متشابه ، لم يقتصر حدوثها على بقعة معينة أو إقليم محدود من وجه الأرض ، وإنما شملت سماتها كل أجزاء الأرض خارج النطاق المدارى على وجه التقريب ، بل لقد أمكن إثبات حدوث تجليد لمعظم الجبال الشامخة فى هذا النطاق الحار ذاته ، وإن اقتصر ذلك على الفترتين الباردتين الأخيرتين (ريس وفورم) .

والنتيجة الثانية : أنه تبين حدوث تتابع مشابه لفترات رطبة أثناء الزمن الرابع أيضاً ، وأمكن إقتفاء آثارها فى كثير من السهول الجافة فى النطاق الحار ، خصوصاً فى الصحارى المدارية ودون المدارية التى تقع فى مجال هبوب الرياح التجارية الجافة . وقد تعرف هل E. Hull على مثلها فى فلسطين عام ١٨٨٤ ، وأطلق عليها لأول مرة كلمة بلوفيال Pluvial أى فترة مطر . واتضح أيضاً أن فترات جافة كانت تفصل بين تلك الفترات المطيرة ، وسميت فيما بعد بالفترات غير المطيرة Inter - Pluvial .

وبسبب اجتماع حدوث كلتا الظاهرتين (تتابع فترات الجليد والمطر) فى زمن واحد هو الزمن الرابع ، وعن طريق دراسات وأفكار متيورولوجية معلومة ، أصبح فى الإمكان النظر إلى فترات المطر على أنها نتاج لتأثيرات فترات الجليد

(خارج النطاق الحار) ، كما أصبح ينظر إلى الفترات غير المطيرة على أنها نتاج لتأثيرات الفترات غير الجليدية .

وقد فتحت هذه النظرية الأخيرة السبيل أمام تساؤلات وأسئلة جديدة ، **السؤال الأول** : هل هناك توافق حقيقى من حيث الزمن والمسببات بين فترات المطر فى الصحراء الكبرى الأفريقية وفترات البرودة (خارج النطاق المدارى) خلال الزمن الرابع ؟ وإذا كانت الإجابة على هذا السؤال بنعم ، حينئذ يبرز **السؤال الثانى** : هل حدثت تلك الفترات المطيرة فى كل أجزاء الصحراء الكبرى بطريقة متماثلة ومتعاصرة إبتداء من هامشها الشمالى إلى هامشها الجنوبى ؟

لقد كان ألبرشت بنك أول من قال بأن نطاق الرياح التجارية الجاف كان يتزحزح برمته صوب خط الاستواء أثناء الفترات الباردة . وهذا يعنى أن هامش هذا النطاق تجاه القطب كان أكثر رطوبة منه اليوم ، وأن هامشه تجاه خط الإستواء كان أكثر جفافاً منه فى وقتنا الحالى . ويتبع هذا بالضرورة أن النطاق الإستوائى كان يضيق وينكمش أثناء كل فترة باردة . ويحدث العكس أثناء الفترات غير الجليدية ، إذ يتزحزح النطاق الجاف صوب القطب فيتسع بذلك النطاق الإستوائى المطير . وكان من رأى بنك أيضاً أنه نظراً لازدياد الرطوبة (أثناء فترات الجليد) ، كان خط الثلج فوق الجبال الشامخة الواقعة فى النطاق الصحراوى المدارى ينخفض حتى يبلغ أسافل تلك الجبال ، ويتصل بسهول ذلك النطاق الذى كان يسوده المطر حينذاك .

وحينما دلت الأبحاث التى أجريت فى جهات عديدة من العالم على أن انخفاض خط الثلج أثناء فترات الجليد كان متشابهاً فى كل أجزاء نطاق الرياح التجارية الجافة ، فإن بنك قد اضطر إلى العدول فيما بعد عن نظريته الأولى ، وكان ذلك فى مؤتمر الزمن الرابع الذى إنعقد فى فينا عام ١٩٣٦ وتقدّم بوجهة نظر أخرى مؤداها : أن النطاق الحار (الإستوائى ـ المدارى) الغنى بأمطاره ليس هو الذى كانت تضيق رقعته أثناء الفترات الباردة ، وإنما الذى كان ينكمش هو النطاق الصحراوى دون المدارى الواقع فى مهب الرياح التجارية الجافة. وقد بقيت وجهة النظر هذه بمثابة الرأى الذى أخذ به معظم الجغرافيين والجيولوجيين فيما

بعد ، وإن كان بحاث ما قبل التاريخ لم يرتضوه وظل كثير منهم متمسكاً بنظرية بنك القديمة .

وبعد ذلك بنحو نصف جيل من الزمن قام بالوت L. Balout (١٩٥٢) بأبحاث فى الصحراء الكبرى ، وخرج منها بنتائج مؤداها أنه قد حدث نمطان من فترات المطر البلايوستوسينية فى تلك الصحراء : نمط دعاه بالنمط الإتيسى Etesien ، وقد حدث فى هامشها الشمالى المجاور للبحر المتوسط ، وذلك فى أثناء الفترات الباردة فقط . أما النمط الثانى الذى سماه النمط الموسمى Mon-sunale فقد اقتصر حدوثه على الهامش الجنوبى من الصحراء الكبرى ، وذلك فى أثناء الفترات الدفيئة . والواقع أن بالوت برأيه هذا لم يأت بجديد ، فهو يتبع فى جوهره نظرية بنك القديمة : فالنطاق الجاف يتزحزح برمته (دون إنكماش) نحو خط الإستواء مع حلول كل فترة باردة ، ثم يعود إلى التراجع صوب القطب مع حلول كل فترة دفيئة .

سبل نحو حل المشكلة

إنماء المعرفة بمخلفات فترات المطر فى الصحراء :

إهتم البحاث منهذ نهاية الحرب العالمية الثانية بالكشف عن مخلفات فترات المطر بالصحراء الكبرى ودراستها ، واستخدموا لذلك وسائل شتى ، ومن بين آثارها الهامة تلك الأودية القديمة (الحفرية) التى تمتلىء قيعانها بالحصى الجيد الإستدارة (أكثر الحفريات وجودا : غطاءات من المجمعات الصخرية المستديرة ـ كونجلوميرات) ، تلك الأودية الجافة التى لم تعد المياه تجرى بها أو قد تجرى بها فى حالات نادرة . ومن ثم فإنها تتعرض لدفع الحصى الصحراوى الجاف الذى يتهدل على جروفها مكوناً عند أسافل تلك الجروف للفانجلوميرات الصحراوية ، وتتعرض أيضاً لسفى الرمال وإرسابها على قيعانها ، حتى لقد تفترشها الكثبان الرملية افتراشاً . وقد أمكن بالفحص والدراسة التعرف على سلسلة من المصاطب النهرية التى تتكون من الحصى المستدير على جوانب تلك الأنهار

القديمة، واعتبرت تلك المدرجات آثاراً لفترات رطبة سالفة ، ومن ثم استخدمت للإستدلال على حدوث سلسلة متتابعة من فترات المطر .

وقد استخدم مينشنج H. Mensching (١٩٥٨ ، ١٩٦٠) طريقة مشابهة للفصل والتمييز بين السهول الصخرية الصحراوية المتداخلة فى بعضها عند أسافل المرتفعات (بيدمنت Pediment) ، واستدل من دراستها على حدوث تغيرات مناخية متعاقبة بين الرطوبة والجفاف . وفى أحواض مصبات الأودية وجد أنه فى الإمكان إجراء الموازاة والربط بين مدرجات الأودية وخطوط الشواطىء البحيرية القديمة التى تحدد معالم مختلف المناسيب السالفة للمياه . وتحوى الرواسب النهرية والبحيرية والهوائية فى العادة حفريات حيوانية أو نباتية ، وكلها شواهد تشير إلى ظهور ظروف مناخية رطبة فى ماضى الزمن . وقد استطاع كنيتش G. Knetsch (١٩٦٢) أن يثبت أن مخازن المياه الجوفية « الحفرية » فى الصحراء الكبرى تعتبر من وجهة العمر بقايا لفترات مطيرة سابقة .

وهناك مجموعة أخرى من الشواهد تدل على حدوث فترات مطيرة سالفة، تتمثل فى التربات القديمة ، خصوصاً تربات اللوم البنى واللوم الأحمر والتربات الحمراء (Flint 1963, Kubiena 1955, Buedel 1955) وفى نفس الوقت أمكن إستخدام التربات المغطاة بقشور أو أغشية متصلبة قديمة (ومنها القشور الحديدية واللاتيرايت والأغشية الجيرية والجبسية) حسب موضعها وموقعها بالنسبة للنطاقات المناخية الحالية ، فى الإستدلال على فترات رطبة أو فترات جافة، (Mensching 1955, Beudel 1953, Knetsch 1950) . وفى تقييم مثل هذه القشور تراعى الدقة والحرص : فهما لازمان لا لتقدير التغيرات المناخية فحسب ، بل أيضاً لتعيين أعمارها ودرجات قدمها . والواقع أن كل التربات القديمة « الحفرية » لا يمكن أن تسمح باستنباط تصنيف كامل للتغيرات المناخية إلا عن طريق ربطها بالسطوح المورفولوجية (فحص وتحليل كامل لأصل ونشأة وتطور تلك السطوح) التى تتواجد هى فيها ، بالإضافة إلى كل الخصائص الجيولوجية المصاحبة ، سواء من الوجهة الإرسابية الاستراتيجرافية أو من الوجهة البلوتونية .

وفضلا عن ذلك فإن قطاعات التربة فى النطاق المدارى ، سواء منها تلك القطاعات التى تكونت فى العصر الحديث ، أو تلك التى تكونت فى عصر البلايوستوسين تتميز ببناء متعدد النشأة (Kubiena 1962, 1963) ، ولهذا فإن ربطها بالسطح المورفولوجى الذى توجد فيه لا شك يصل بهذا المنهج الدراسى إلى أفضل نتائجه . ذلك أن تقرير العمر لأى أثر رسوبى من آثار فترة مطيرة يصبح فى هذه الحالة ذا معنى وأهمية ، حينما نستطيع الإستدلال بكل وضوح ، إذا ما كان الراسب حقيقة يشير إلى سيادة ظروف رطبة (أو جافة أو غيرها) أثناء فترة إرسابه .

· تعيين العمر :

لا شك أن تعيين العمر الكلى بالسنين هو أفضل وسيلة لمثل هذه المقارنات وعمليات الربط والموازاة بين مختلف الظواهر الجيومورفولوجية والتغيرات المناخية . لكننا مع هذا نعتقد أن مثل هذا التاريخ المطلق (الذى يجرى بوسائل حسابية فيزيقية ومعملية حديثة) يصبح عديم الفائدة ، بل أحياناً يكون مضللا إذا لم تسبقه دراسات حقلية تفصيلية كاملة ، يتقرر بواسطتها تأكيد العمر النسبى على أساس التسلسل التاريخى المنطقى ... هذه الدراسة تأتى من جانب الجيومورفولوجيا والجيولوجيا وعلوم ما قبل التاريخ على السواء . فتعيين العمر الكلى بالسنين يصبح ذا مغزى وأهمية حينما تسبقه دراسة الوضع الجيولوجى للراسب ، وإمكانية موازاته وربطه براسب منطقة أو مناطق أخرى مجاورة . وفيما يختص بتقدير العمر النسبى ، يصبح من المهم تحديد بداية ونهاية فترة الإرساب (كفترة إرساب دور مطير) وذلك للحصول على أول مقياس لمدى استمرارها . ومن الممكن للباحث فى معظم الأحيان أن يحدد إحداهما ـ فى الأغلب ما تكون النهاية ـ بشىء غير قليل من الدقة، ولهذا ميزته فى تقرير التعاصر والموازنة.

وتعيين العمر عن طريق البقايا النباتية (كتحليل حبوب اللقاح) غير ممكن فى الجهات الصحراوية (باستثناء الجبال الصحراوية كالحجار وتبستى ـ أبحاث Quezel ١٩٦٢ و Zinderen - Bakker ١٩٦٢) .

وكذلك فإن تسلسل الحفريات الحيوانية أثناء التتابع المناخى فى عصر

البلايوستوسين ليس واضحاً فى الصحراء الكبرى وضوحه فى وسط أوربا على سبيل المثال .

وفى عصر الهولوسين تصبح الآلات الحجرية التى استخدمها الإنسان فيما قبل التاريخ ذات أهمية كبرى . ففى مصر أمكن عن طريقها الرجوع بالتأريخ المؤكد إلى نحو ٣٥٠٠ سنة قبل التاريخ المؤكد فى وسط أوربا (Wright, Jr. 1961, Butzer 1958) . وقد أمكن الربط بين آثار فترات المطر والفترات غير المطيرة فى أقطار شمال أفريقية ، وبين الأرصفة البحرية التى تحف بسواحل تلك الأقطار بل وبسواحل اليابس العالمى ، تلك الأرصفة التى نشأت نتيجة لذبذبات إيوستاتية أثناء فترات الدفء البلايوستوسينية (Pfannenstiel 1953, Mens-ching 1953 - 57, Butzer & Cuerda 1962, Choubert 1957) ولم تستخدم وسائل التأريخ الدقيقة ومثلها إستخدام طريقة الإشعاع الكربونى على نحو مقنع إلا فى حالات قليلة ، وبهذه الطريقة أيضاً لم يوغل التأريخ فى الماضى لأكثر من الخمسين ألف سنة الأخيرة .

شمول هذه الدراسة لعصر البلايوسين :

يرتبط عصر الهولوسين ارتباطاً وثيقاً بالتاريخ المناخى للعصر الجليدى ، وتتركز أهمية الهولوسين هنا فى أننا نعرف ـ على الأقل بالنسبة للعصر الحديث بمعناه الضيق ـ الدورة الهوائية العامة على وجه الدقة ـ ولهذا فإن الدراسات والأبحاث المتيورولوجية الخاصة بمناخ العصر الجليدى تبدأ دائماً من الهولوسين ، وتتضح سمات مناخ العصر الجليدى بصور متنوعة فى مناخ العصر الحديث . أما نشوء العوامل التى حددت وقررت مناخ العصر الجليدى فإنها قد تأصلت وتطورت فى عصر سابق له ، وعلى وجه التحديد فى البلايوسين الأعلى . ونذكر من بين تلك الضوابط المناخية : توزيع اليابس والماء حينئذاك ، وارتفاع الجبال ، وإمكانية وجود ثلاجات ضخمة أو عدم وجودها ، وموضع القطبين .. وحتى إذا افترضنا أن الإشعاع الشمس ظل كما كان دون تغير ـ وهذا غير محتمل ـ فإن تنوع « الضوابط المناخية الأرضية » المذكورة لا شك قد منح لمناخ البلايوسين

الأعلى ، ولمناخ تابعه عصر البلايوستوسين مميزات وخصائص تختلف إختلافاً واضحاً عن خصائص مناخ عصر الهولوسين . ولهذا فإن صورة التتابع المناخى فى العصر الجليدى ينبغى وصلها وربطها بالتتابع المناخى فى عصر البلايوسين ، ذلك التتابع الذى أدى فى النهاية إلى تلك الصورة . وهذا ما دعانا إلى التوغل فى الماضى لتشمل هذه الدراسة عصر البلايوسين .

التتابع المناخى فى مجال العروض الصحراوية ووسط أوربا أثناء البلايوسين والزمن الرابع

يوضح الشكل (١) التتابع المناخى فى نطاقات عروض الصحراء الكبرى ، وفى أحواض وسط أوربا (للمقارنة) ، منذ فترة التحول من عصر المايوسين إلى عصر البلايوسين حتى وقتنا الحاضر ، أى فى أثناء فترة زمنية تتراوح بين ١٠ - ١٢ مليون سنة . ويعتمد بناء الشكل على البيانات العلمية المستقاة من مختلف فروع الدراسات الطبيعية ، وتقييم شواهدها المناخية . ويوضح الشكل الحالة المناخية من حيث الرطوبة والحرارة لكل فترة زمنية بالقياس للحالة المناخية لعصرنا الحاضر (فيما إذا كان مناخ الفترة الزمنية مشابهاً أو مغايراً لمناخ العصر الحالى) .

وهناك نقص واضح فى المخلفات الباقية خصوصاً فى مخلفات الفترات الجيولوجية الأقدم . ولهذا فإن عرضنا لخصائص مناخ عصر البلايوسين وللقسمين الأقدم والقديم من عصر البلايوستوسين يعتبر عاماً وليس تفصيلياً إلى حد كبير . ومع هذا فمن أجل تسهيل إجراء المقارنات ، عمدنا إلى استخدام نفس الرموز للفترات الزمنية الأحدث أيضاً . ولما كانت المعلومات الخاصة بفترة جليد الفورم وبعصر الهولوسين أكثر وأدق ، فقد رأينا تكبير المقياس الزمنى للرسم فى ذلك الإتجاه .

ويعرض الشكل التطور المناخى فى الصحراء الكبرى لأربع قطاعات عرضية متوالية من الشمال إلى الجنوب . وفضلا عن ذلك يعرض فى أعلاه - للمقارنة - التطور المناخى لوسط أوربا (أحواض وسط أوربا) ، على إعتبار أن وسط أوربا

يتميز بأنه إقليم مجاور نوعاً للصحراء الكبرى ، وبأنه أكثر الأقاليم الواقعة خارج النطاق المدارى حظوة بالدراسة والبحث . وبالنسبة للصحراء الكبرى نجد أن تقسيمها إلى نطاقات عرضية كأساس لهذه الدراسة يعتبر أمراً حقاً صحيحاً ومفيداً إلى حد كبير ، فهنا نجدنا فى منطقة مثالية للتقسيم النطاقى (على شكل نطاقات) بالنسبة للظروف المناخية ، وتجرى هوامش الصحراء البحرية فى الشمال وفى الجنوب ، ومثلها المرتفعات التى تحف بها (أطلس ومرتفعات خليج غينيا) من الغرب نحو الشرق . وتستمر الصحراء الكبرى وتمتد على طول محور ينحنى إنحناء هيناً صوب شرق الشمال الشرقى إلى صحراء العرب وإيران .

التتابع المناخى فى وسط أوروبا وفى الصحراء الكبرى

أحواض وسط أوربا

(التسلسل المناخى من حيث الحرارة والرطوبة)

فى أوائل الزمن الثالث (٤٠ ـ ٦٠ مليون سنة قبل عصرنا الحديث) كانت أشجار الجوز والماجنوليا تنمو وتزدهر فوق أراضى جزيرة سبتسبيرجين Spitzbeger ، ووصلت ظروف المناخ المدارى إلى العروض الوسطى ، وأحوال المناخ شبه المدارى حتى العروض القطبية الحالية . ولم تتغير هذه الظروف المناخية فوق « الأرض المدارية القديمة Alte Tropenerde » ـ كما يسميها بيدل J. Buedel (١٩٦٢) ـ من وجهة الحرارة حتى عصر المايوسين الأعلى إلا قليلا ، وان كان قد حدث تغير وتعاقب بين فترات رطبة وأخرى جافة ، ومن بين الفترات الجافة الواضحة نذكر ما حدث منها فى وسط فترة هيلفيت Helvet (مايوسين أوسط ، Rutte 1963) وفترة سارمات Samat (أواخر المايوسين) ، خصوصاً قسمها الأوسط الذى اتصف بجفاف شديد (Schwarzbach 1961, Winkler 1960) وقد كان مناخ البلايوسين الأسفل (فترة بونت Pont) رطباً (بعكس فترة سارمات) ، يدل على ذلك غنى أوربا بالرواسب الفحمية التى تنتمى لتلك الفترة . وقد انخفض المعدل الحرارى فى وسط أوربا أثناء

البلايوسين الأسفل عنه فى أوائل الزمن الثالث بوضوح . ولكنه إحتفظ أثناء تلك الفترة « فترة بونت أو البلايوسين الأسفل أى منذ ١٠ ـ ١٢ مليون سنة » بمعدل يشبه المعدل الحرارى شبه المدارى .

وقد تبع القسم الأول من عصر البلايوسين انخفاض تدريجى فى الحرارة استمر أثناء أواسط وأواخر ذلك العصر . ومن ثم حدث تزحزح وتراجع تدريجى لظروف مناخ « الأرض المدارية القديمة » نحو خط الإستواء ، وما تزال درجة الإنخفاض الحرارى هذه حتى بداية عصر البلايوستوسين (منذ مليون سنة) محل جدال بين البحاث ، ولكن من المؤكد أنها (أى درجة الإنخفاض الحرارى) لم تكن بذات بال بالمقارنة بالإنخفاض الحرارى السريع الذى ظهر جلياً فى أوائل عصر البلايوستوسين (تدل عليه التكوينات البحرية فوق رصيف كالابريا ، والتكوينات القارية المعروفة بإسم فيلافرانكا (Villafrānca) ، والذى بلغ شأوه بعد إنقضاء نحو ٤٠٠,٠٠٠ سنة من بداية عصر البلايوستوسين ، حين تحول مناخ وسط أوربا إلى الأحوال المناخية القطبية ، وبدأت بذلك أول فترة باردة (جليدية) حقيقية ، وهى فترة الدانوب الباردة ، أو فترة ما قبل جونز الباردة منذ ٦٠٠,٠٠٠ سنة .

ويوضح تسلسل وتطور عالم الحيوان والنبات فى وسط أوربا فى عصر البلايوسين إقتراباً متزايداً نحو الأشكال الحالية . وذلك بسبب القرب الزمنى . ولكن لا يعرف على وجه التأكيد مدى التأثير الذى أحدثه عامل الإنخفاض فى المتوسط الحرارى السنوى والعوامل الأخرى فى هذا التطور الحيوانى والنباتى . ويبدو أن عدداً قليلا من الفصائل والأنواع قد استطاعت أن تتأقلم مع ظروف المناخ البارد البلايوستوسينى ، بينما فنى الكثير من الأنماط الحيوانية والنباتية المتقاربة . وانقرض بعضها بسرعة وبعضها الآخر بالتدريج . ومن الممكن القول بأن التطور الحرارى فى أثناء عصر البلايوسين قد اقترب نوعاً ـ خصوصاً فى أواخر ذلك العصر ـ من ظروف مناخ عصر البلايوستوسين ، ما دامت الأنواع الحيوانية والنباتية التى تميز بها عصر البلايوسين (خصوصاً فى أواخره أيضاً) كانت قريبة الشبه بالأنواع الحالية . ولهذا السبب ينبغى للمعدل الحرارى لعصر

البلايوسين الذى ارتآه شفارتس باخ Schwarzbach (١٩٦١ ص ١٥٩) ـ بناء على المعلومات التى استقاها من عدد من المؤلفين عن اقتراب الأنواع الحيوانية والنباتية البلايوسينية من أنواع العصر الحديث ـ أن يكون منخفضاً لا مرتفعاً . ويمكن القول عامة بأن التغير الحرارى نحو البرودة كان تدريجياً وبطيئاً نوعاً ، ابتداء من عصر الأوليجوسين الأعلى (١٨ ° م) إلى عصر المايوسين (١٦ ° م) ثم إلى عصر البلايوسين (١٤ ° م) ، لكنه كان سريعاً من الأخير إلى بداية عصر البلايوستوسين (٩٠ ° م) ، ثم إلى الفترة الباردة (الجليدية) الأولى (صفر ° م). ومهما يكن من شيء فإنه من الواضح أن الحيوانات المثالية التى تسود الجهات القطبية والتى تتميز بها أعالى الجبال ، لم يكن لها وجود على الإطلاق فى أثناء عصر البلايوسين كله ، فهى قد نشأت بالتدريج فى غضون عصر البلايوستوسين (Sickenberg 1951) .

وهناك دلائل أوضح لهذا التصور المناخى تقدمها الشواهد المناخية غير العضوية . ونذكر فى هذا السبيل أربعة أمور على جانب كبير من الأهمية .

الأمر الأول : نحن لا نجد على وجه الأرض حتى نهاية البلايوسين الأعلى أية آثار لوجود أية غطاءات جليدية على اليابس القطبى ، ولا أية شواهد لوجود قلنسوات جليدية فوق قمم الجبال العالية (Schwarzbach 1961 صفحات ١٥٦ ـ ١٥٨) .

والثانى : إن بازلت البلايوسين الأعلى فى منطقة أوست شتاير مارك Oststeier mark قد غطى ـ بعد الطفح الذى انبثق فى أواسط تلك الفترة (أى فيما بين مرحلتى داز Daz وليفانتين Levantin من البلايوسين الأعلى) ـ بطبقة تجوية من اللوم الأحمر . وهذه الطبقة إن دلت على شيء فإنما تدل على حدوث تجوية تمت فى ظروف مناخية حارة رطبة (Winkler 1957 ص ٦٧٨ وص ٧٣٥) . ولم يحدث تغير مناخى واضح إلا مع التحول من مرحلة أستى إلى مرحلة كلابريا (Winkler, 1957 ص ٣٢٣) .

والأمر الثالث : أمكن التعرف فى كثير من جهات وسط أوربا على سطوح تعرية فسيحة فوق نطاقات صخرية متباينة النوع والبناء ترجع كلها إلى

البلايوسين الأعلى ، وتدل معالمها على سيادة ظروف مناخية رطبة مدارية إلى شبه مدارية . وقد تأكد ذلك من مشاهدات ودراسات عدة قام بها بيدل Buedel (١٩٥٧) فى منطقة فرانكين جولاند Fraenken - Gaeuland ، ميشنج Mensching (١٩٥٧) فى شرق هضبة بوهيميا ، وفينك Fink (١٩٦١) في الألب الشرقية .

والأمر الرابع : من الممكن أن يشيع تكوين اللوم الأحمر الشبه مدارى ، وأن تظهر بوضوح عمليات بناء الأشكال المورفولوجية الشبه مدارية أيضاً حينما يكون الشتاء بارداً ، ولكن يشترط أن تكون درجات حرارة الصيف عالية ، وفى نفس الوقت يكون الصيف مطيراً (مناخ شبه مدارى « موسمى ») . فبجانب الشتاء البارد الجاف يبقى الصيف الحار حينئذ بمثابة فصل النشاط الجيومورفولوجي والبيدولوجي . ومع هذا فلا شك أن الغلاف الحيوى الذى اعتاد على دفء دائم مستمر ينبغي أن لا يبقى منه فى مثل هذه الحالة (حالة وجود شتاء بارد) إلا مجموعات حدية تستطيع أن تلائم نفسها بالظروف الجديدة . ولهذا فإنه لا ينبغي بالضرورة استنتاج تغير شديد فى الأحداث غير العضوية من مجرد اختفاء أو ظهور عناصر نباتية أو حيوانية مدارية فى وسط أوربا أثناء عصر البلايوسين .

وحين حلت مرحلة فيلا فرانكا Villafranca اشتد ساعد التجوية الميكانيكية ، وبدأت أنهار وسط أوربا فى تكوين أودية لها ، واستهلت عمليات النحر الرأسى فى السطوح التحاتية Rumpfflaechen وإن كانت لم تبلغ فى هذا السبيل شأواً بعيداً . وقد صحب هذا التغير الحاسم فى العمليات الجيومورفولوجية (ونقصد بداية تكوين الأودية بعد انقضاء ملايين عديدة من السنين سادها تكوين السطوح التحاتية فى مرتفعات وأحواض وسط أوربا) انخفاض متواضع فى درجات الحرارة . وفضلا عن ذلك تشير كل الدلائل على أن مناخ وسط أوربا فى البلايوستوسين الأقدم كان أكثر جفافاً منه فى البلايوسين الأعلى . فقد عثر كوربر Koerber (١٩٦٣) فى حصى مدرج وادى ماين Maintal التابع لتلك الفترة على كثير من أنواع الحصى المصقول الأوجه (الوجه

ريحى Windkanter) ويصحبها وجود قشور متصلبة بنية اللون داكنة Wues-tenlack على نحو ما يوجد منها فوق سطوح الصخور فى الجهات الصحراوية ، وقد سبق لباحث آخر هو باكر Bakker (١٩٣٨) أن أعلن عن مثل هذه المشاهدات في غرب أوربا .

وقد أمكن تقسيم البلايوستوسين الأقدم فى وسط أوربا على أساس الحفريات النباتية والحيوانية إلى ثلاث فترات : فترة أقدم سادتها حشائش سفانا أو استبس ، وفترة وسطى نمت خلالها الغابات ، ثم فترة أحدث شاع فيها نمو حشائش الاستبس . ويميز الغلاف الحيوى أثناء البلايوستوسين الأعلى ظهور كثير من الحيوانات الثديية الكبيرة (Wilhelmy, 1958) .

وقد حدث التحول المناخى الحرارى الحقيقى بحلول أول فترة باردة ، وهى فترة ما قبل جونز Pre - Guenz [١] . وتتسم كل الفترات الباردة التالية بتطور وتتابع مناخى متماثل الخصائص : انخفاض حرارى سريع نسبياً مقداره حوالى ٨°م فى الغلاف الجوى ، وحوالى ضعف هذا القدر (١٦° م) فى طبقة الجو السفلى القريبة من سطح أرض أحواض اقليم وسط أوربا ، ثم ارتفاع حرارى مشابه السرعة ، يصل إلى معدل حرارى يقرب من المعدل الحرارى لعصر الهولوسين ، وذلك فى فترات الدفء فيما بين فترات البرودة .

وفى أوج كل فترة جليدية كان الجفاف يبلغ أقصاه (المرحلة الرئيسية لتراكم اللوس : لوس التندرا ولوس الاستبس ـ جودة ١٩٦٢ ، ١٩٦٣ ، ١٩٦٦) . وقد حدثت ذبذبات حرارية كبيرة خلال كل فترة جليدية ، بحيث أمكن تقسيم كل منها إلى قسمين أو ثلاثة أقسام . وتشذ عن ذلك بعض الشيء فترة جليد الفورم التى يعتبرها البعض (بيدل Buedel ١٩٦٠ ، وفنك Fink ١٩٦٢) . فترة مناخية متحدة مترابطة لم يصبها الإضطراب إلا فى صورة ذبذبات دفيئة ثانوية . وإن كنا نرى فيها مرحلتين دفيئتين إحداهما شديدة الوضوح (

---

(١) لم تظهر هى وتقسيمات منديل (جراول Graul ١٩٦٢) وكذلك أقسام ريس (جوده ١٩٦٢ ، ١٩٦٦) فى الشكل (١) لأسباب تختص بمقياس الرسم للابقاء على الشكل مبسطا غير معقد .

جودة ١٩٦٢ ، ١٩٦٦) . وتبع فترة فورم موجات مناخية أصغر حجماً فى أواخر الجليد Spaetglazial ، وما بعد الجليد Postglazial ، نجدها واضحة فى الشكل (١) .

الهامش الشمالى للصحراء

(جنوب أطلس العليا ، وأنتى ـ أطلس ، وأطلس الصحراء)

فى مجال النطاق الجغرافى النباتى الحالى المعروف بالاستبس الصحراوية التى تغطى الهامش الشمالى للصحراء الكبرى ، استطاع كنيتش Knetsch (١٩٥٠) فى ليبيا ، وبيدل Buedel (١٩٦٢) فى جنوب الجزائر أن يحققا حدوث سلسلة متتابعة تتكون من خمس فترات مطيرة فصلت بينها فترات جافة . وقد تمكنا من الوصول إلى ذلك عن طريق الربط بين المصاطب النهرية والقشور الجيرية والأجيال الكارستية Karstgenerationen . وتبين لهما أن الفترة الأولى (وهى الأقدم) كانت أشد وأوضح من غيرها ، ومن المرجح أنها ترجع للبلايوستوسين الأقدم .

وقد تأكدت هذه النتائج فيما بعد عن طريق أبحاث مينشنج Mensching التى سبقت الإشارة إليها (١٩٥٥ ـ ١٩٦٠) ، وأبحاث شوبير Choubert (١٩٥٧) اللذان تمكنا من التمييز الواضح بين ست فترات مطيرة هى : فترة الجير البحيرى (زى كالك Seekalk) والفترة المولوية Moulouyen ، والفترة الساليتية Saletien ، والعامرية Amerien ، ثم التنسيفيتية Tensiftien ، وأخيراً الفترة السلطانية Soltanien . وقد قام الباحثان بموازاتها من الأقدم إلى الأحدث على التوالى بفترتين باردتين فيما قبل جونز ، ثم بفترات جليد جونز ومنديل وريس وفورم . وقد توصلا إلى هذه النتائج (على الخصوص مينشنج) عن طريق الربط بين سطوح البديمنت Pedimentfluren الواسعة التى تكونت أثناء تلك الفترات المطيرة ، وركامات أطلس العليا (بالنسبة لفترتى ريس ، وجليد فورم) . كما أمكن لهذين الباحثين إقامة الدليل على تقابل فترات الجفاف (التى

فصلت بين فترات المطر الآنفة الذكر) بفترات الدفء (غير الجليدية) عن طريق الربط بين ما يعاصرها من الأرصفة البحرية الإيوستاتية ، بالإضافة إلى موازاة هذه الفترات المناخية بحضارات ما قبل التاريخ .

وبناء على هذا يمكن القول أنه بالنسبة لهذا النطاق الشمالى من الصحراء الكبرى ، قد تحققت معاصرة جميع الخمس أو الست فترات الباردة البلايوستوسينية فى وسط أوربا ، لنفس العدد من الفترات المطيرة الصحراوية ، وبينما كانت ظاهرة الفترة الباردة فى وسط أوربا تتسع وتمتد لتشمل النطاقات المجاورة وتحتوى النطاق القطبى بطبيعة الحال ، فإننا نجد الفترة المطيرة المعاصرة لها لم يكن تأثيرها ليمتد إلا إلى نطاق مجاور لمجالها صغير .

وتبدو من هذا التكرار المتشابه لظروف فترات الجليد والمطر إمكانية الوصول إلى نتيجة حقة : لقد كانت تتحكم فى ظهور هذه الفترات المطيرية على الهامش الجنوبى للمغرب العربى خلال عصر البلايوستوسين ظروف مناخ الفترات الباردة فى الشمال ، فحدوثها يرتبط سببياً بوجود « الفترات الجليدية » ؛ ويعزز هذه النتيجة أنه لم يثبت حتى الآن وجود شواهد أو آثار لفترات أو حتى لفترة رطبة واضحة فى هذا النطاق (الهامش الجنوبى للمغرب) بعد عصر البلايوستوسين أو قبله : لا فى عصر الهولوسين ولا فى أثناء عصر البلايوسين الطويل ـ على الأقل بالنسبة لقسمه الثانى (الأخير) [1] . **وهذا من شأنه أن يؤازر الإستنتاج الآتى : بدون وجود فترة باردة (جليدية) فى الشمال لا تحدث فترة مطيرة فى شمال الصحراء الكبرى .**

النطاق الشمالى من وسط الصحراء

(جنوب الجزائر وليبيا ومصر)

وتتغير الصورة فى شمال وسط الصحراء الكبرى الذى يشمل نطاقاً يمتد من الجزائر عبر ليبيا إلى مصر ، ويفترش رقعة من الأرض فسيحة فيما بين دائرتى

---

(١) وجدت آثار لفترة رطبة عظيمة أثناء عصر المايوسين ، ويحتمل أنها قد استمرت وامتدت لتشمل قسما (أقدم) من البلايوسين ، وهذا ما أوضحناه بعلامه الاستفهام بالشكل (١) .

عرض ٢٥° ـ ٣٠° شمالا على وجه التقريب . فهنا لا نجد من فترات المطر المعاصره للخمس أو الست فترات الباردة البلايوستوسينية فى وسط أوربا سوى فترتين فقط تعاصران الفترتين الباردتين الأخيرتين ريس وفورم . وقد استطاع كنيتش Knetsch (١٩٦٣) هنا وعلى وجه الدقة فى نطاق الحدود بين مصر وليبيا ، أن يقيم الدليل على حدوث فترة مطيرة شديدة الوضوح تعاصر فترة فورم الباردة . وتمكن بطريقة الإشعاع الكربونى أن يثبت أن مخازن المياه الأرضية الحفرية الوفيرة ، الموجودة أسفل منخفضات الواحات المصرية الغربية يتراوح عمرها بين ٢٥,٠٠٠ سنة و ٤٥,٠٠٠ سنة . وأمكن لبيدل Buedel (١٩٥٤) أن يعثر على آثار واضحة لفترة رطبة تعاصر فى أغلب الظن فترة فورم فى مدرج (مكون من رمال ومارل) بوادى فيران فى شبه جزيرة سيناء .

وفى مجال وادى النيل فى مصر أمكن لبوتزر Butzer (١٩٥٨) أن يثبت حدوث فترة مطيرة تعاصر ريس ، بالإضافة إلى فترة أخرى مطيرة تعاصر فورم . وفضلا عن ذلك أشار إلى وجود آثار ـ لكنها محل شك كبير ـ لفترة مطيرة تعاصر مندل (Butzer 1958 , P 102) . وقد أرجع نفس الباحث (١٩٥٩ ص ٦٦) آثار الفترة المطيرة لما قبل مندل (أسماها Pre - Mindel) تتمثل فى لوم أحمر اللون يرتكز على رمال جيرية ، وجدها فوق مدرجات النيل المعاصرة للرصيف الصقلى .

من هذا نرى وجود شواهد تدل على حدوث فترات مطيرة أقدم (من ريس وفورم) فى مصر أيضاً . ولكن موازاتها بما يمكن أن يعاصرها من فترات باردة جليدية خارج النطاق المدارى (وسط أوربا) ليس مؤكداً ، ولا ينبغى التعاصر بالضرورة . بل على العكس من ذلك يمكن القول بصفة عامة ، وبالإتفاق مع نتائج أبحاث بفانينشيتل Pfannenstiel (١٩٥٥) أن مناخ مصر منذ التحول من عصر البلايوسين إلى عصر البلايوستوسين (امتداد لفترة مطيرة فى البلايوسين الأعلى) وحتى فترتى المطر المعاصرتين لريس وفروم ، كان أقرب إلى الجفاف منه إلى الرطوبة ، بل كان آخذاً فى الجفاف التدريجى (أنظر الشكل(١) .

ويتفق مع هذا ما تشير به الدراسات فى القسم الغربى والأوسط من هذا النطاق (نطاق شمالى وسط الصحراء الكبرى) من وجود آثار لفترات رطبة أقدم حدثت فيما قبل عصر البلايوستوسين . أما فى البلايوستوسين القديم فلم يستطع كل من بيدل Buedel (١٩٥١) ومن بعده مكيلاين Meckelein (١٩٥٤) أن يعثرا على آثار لفترات مطيرة ترجع إلى البلايوستوسين القديم . لكننا مع هذا نجد سطوح تعرية قديمة عالية ، ومثلها هضبة تادمايت Tademeit الكريتاسية الفسيحة (تمتد بين دائرتى عرض ٢٧ ـ ٣٠° شمالا ، وترتفع إلى علو يناهز ٦٠٠ م) وقد غطتها ـ على امتداد مئات من الكيلو مترات من الشمال إلى الجنوب ـ طبقة من اللوم الأحمر القديم . ويعلو تلك الطبقة غطاء صحراوى حديث اشتق منها بفعل الرياح على الخصوص ، وإن كانت تدفقات السيول قد شاركت فى تكوينه . وتشير طبيعة طبقة اللوم الأحمر وموضعها وانتشارها فوق الهضبة بشكل حاسم إلى سيادة ظروف فترة رطبة طويلة جداً فيما قبل عصر البلايوستوسين ، أى فى القسم الأخير من الزمن الثالث . ومن المحتمل أنها استمرت من البلايوسين إلى البلايوستوسين الأقدم (بيدل Buedel ١٩٥١) وهذا ما أوضحناه فى الشكل (١) .

وقد عثر ميكلاين (١٩٥١ صفحات ٩٥ ، ١٢٩ ، ١٦٥) على لوم أحمر مماثل فوق سطوح تعرية قديمة (حوالى خطى عرض ٢٨° ، و ٢٥ شمالا) تجلل الهضبة البازلتية المعروفة بإسم جبل السودا (فزان) والتى تعلو إلى ارتفاع ٦٠٠ متر تقريباً ، كما اكتشف مثل هذه التكوينات أيضاً وعلى ارتفاع مشابه فوق هضاب قور تيبو Graret Tebu الصغيرة على الهامش الشمالى لسرير تبستى . وقد أرجعها هذا الباحث وكذلك كوبيينا Kubiena (١٩٥٧ ، ١٩٥٩) ، الذى فحص تلك التربات المكونة من اللوم الأحمر بيدولوجيا ، إلى فترة مطيرة حدثت فى القسم الأخير من الزمن الثالث (سمياها فترة رطوبة الزمن الثالث الحديث Jungtertiaere Feucht Zeit) .

ويتفق مع هذه زمنياً بقايا « بحيرات الزمن الثالث » التى وجدها ليفران Lefranc (١٩٥٧) فى منخفض الحفرة الشرقى (جنوب الجزائر) ، وكذلك

.ور النشاط النهرى أثناء البلايوسين الأعلى فى مصر العليا الذى تعرف عليه بفانيشتيل (١٩٥٣ ، صفحات ٣٧٥ ـ ٣٧٩) ودلل عليه بعديد من الشواهد المورفولوجية والجيولوجية . وقد كانت هذه الروافد النيلية القديمة تأتى بالكثير من الرمال والحصى . وتدل مدرجات وديانها على أنها كانت تجرى فصلياً فى ظلال ظروف مناخية شبه جافة . وبحسب ما يرى بفانيشتيل ، استمر هذا النشاط النّهرى حتى أوائل البلايوستوسين الأقدم ، ثم أخذ المناخ فى الجفاف التدريجى المستمر . وانطمست معالم شبكة الأودية بالكثبان الرملية ، وهذا ما يلاحظ أيضاً ويشاهد كثيراً فى نطاق العروض هذه فى غرب الصحراء الكبرى . كما فى منطقتى طادمايت والجوليا Elgolca .

ونحن حين ندرس الصحراء الكبرى من الشمال إلى الجنوب نواجه فى نطاق العروض هذا (وهو النطاق الشمالى من وسط الصحراء) فترات مطيرة هولوسينية لأول مرة . وقد أطلق بوتزر Butzer على الأولى (القديمة) اسم «الفترة شبه (دون) المطيرة رقم (١) Subpluvial 1 ، وارتآى معاصرتها لفترة التندرا الحديثة ، وهى آخر ذبذبة باردة (جليدية) فى وسط أوربا . وسمى الثانية بالفترة شبه (دون) المطيرة رقم ٢ Subpluvial 11 ، ورأى أنها تعاصر أواخر العصر الحجرى المتوسط والعصر الحجرى الحديث (أى مرحلة الدفء فيما بعد الجليد فى وسط أوربا) . والأخيرة لا شك ظاهرة غريبة وعجيبة ، لكننا سنواجه مثلها بصورة أكثر وضوحاً فى جنوب الصحراء .

ويمكننا بحسب الموقف العلمى الحالى أن نخلص إلى القول بأن هناك أوجه اتفاق ما تزال واضحة بين فترات المطر فى هذا النطاق ، وبين فترات المطر فى نطاق الهامش الشمالى للصحراء ، ولكن يظهر هنا أيضاً تشابه عام واضح بالظروف المناخية التى سنجدها فى جنوب الصحراء . وبعبارة أخرى ظهرت فى النطاق الشمالى من وسط الصحراء خصائص مناخية وجدنا بعضاً منها فى نطاق يليه شمالا (الهامش الشمالى للصحراء) ، وسنصادف بعضاً آخر فى نطاقين يليانه جنوباً .

النطاق الجنوبى من وسط الصحراء

(مرتفعات حجار)

لقد ساد نمط تتابع الفترات المطيرة الآنف الذكر أيضاً فى مجال النطاق الجنوبى من وسط الصحراء ، ذلك النطاق الذى يمتد بين دائرتى العرض ٢٠° و ٢٥° شمالا تقريباً . وتتضح معالم هذا النمط على الخصوص فى كتلة الحجار التى تقع فى وسط مجال عروض هذا النطاق (بيدل ١٩٥٢ و ١٩٥٥ ، وكوبيينا ١٩٥٥) . ففى القسم الجنوبى الغربى وحده من هذه المرتفعات نجد ، السطوح التحاتية القديمة ، التى تتراوح ارتفاعاتها بين ١٥٠٠ م و ٢٤٠٠م ، قد غطيت فى كثير من المواضع ، على امتداد مساحة لا تقل عن ٢٠٠ كم ٢ ، بطبقة من الكاولين يصل سمكها إلى أكثر من ٢٠ م ، وهذه الطبقة ما هى إلا نتاج تجوية محلية فى الصخر عميقة . ومثل هذه التربات القديمة لا نجدها بسمكها هذا إلا حيث قد حفظها غطاء من « الطفوح اللافية البازلتية القديمة » الذى يفترش آلافاً من الكيلو مترات المربعة . ومن ثم ينبغى لهذا اللوم الأبيض والأحمر السميك الغنى بالكاولين أن يكون أكثر انتشاراً من تلك المساحة الآنفة الذكر (٢٠٠٠ كم ٢) التى يبدو فيها مكشوفاً ظاهراً ، فلا شك أنه يمتد أسفل هذه الطفوح البازلتية فوق مساحة كبيرة .

هذه السطوح التحاتية التى تكتنفها طبقة التجوية السميكة من الكاولين التى حفظتها من تأثير عوامل الإكتساح طبقة الطفح البازلتى فيما بعد ، تطلبت لتكوينها سيادة هدوء تكتونى نسبى ، وفى نفس الوقت شيوع مناخات مدارية تعاقبت فيها ظروف الرطوبة والجفاف أثناء فترة جيولوجية لا يقل مداها عن ١٠٠ مليون سنة . والمدى الزمنى لعصر البلايوسين لا يكفى لهذا القدر ، ومن ثم فإن بداية هذه الفترة لا شك توغل فى القدم إلى القسم الأقدم من الزمن الثالث . فالأمر هنا يتعلق بأثر واضح لظروف مناخ « الأرض المدارية القديمة » حين سادت أثناء الزمن الثالث كله ظروف مناخية مدارية وشبه مدارية فصلية الرطوبة ، وشملت قسماً عظيماً من العالم (صوب القطب حتى عروض وسط أوربا وجنوب اسكندناوه) .

ولقد كانت بطبيعة الحال فترة دفيئة طويلة ، ظهرت على الأرض فى حوالى نهايتها التى اتفقت مع فترة التحول من البلايوسين إلى البلايوستوسين ، قلنسوات جليدية قطبية وأخرى فوق قمم المرتفعات (Schwarzbach 1961) . وفى أثناء تلك الفترة الدفيئة المديدة (التى استوعبت الزمن الثالث كله) تعاقبت زمنياً ومكانياً فترات الجفاف والرطوبة . وقد سادت ظروف مناخ السفانا بحرارتها ومطرها ، فى أثناء الميوسين ، وفى غضون فترات طويلة من عصر البلايوسين ، أجزاء فسيحة من وسط وجنوب الصحراء الكبرى (مرتفعات الحجار وهضبة طادمايت وفى مجال نفس العروض من ليبيا - Kubiena 1955) . وفى نطاق جنوب وسط الصحراء (الحجار) نجد ظروف الجفاف تسود ــ بعد رطوبة البلايوسين ــ أوائل وأواسط البلايوستوسين ، ولا تظهر الرطوبة مرة أخرى إلا فى البلايوستوسين الحديث ، ثم فى العصر الحجرى الحديث (عقب فترة جفاف سادت أواخر الفورم وأوائل الهولوسين) .

وحين نستذكر التتابع المناخى فى الهامش الشمالى للصحراء ، وننظر إلى الشكل رقم (١) ونقارن هذا النطاق بنطاق جنوب وسط الصحراء ، نجد التتابع المناخى من حيث الرطوبة والجفاف فى كليهما شديد التباين ، بل يبدو بصورة عكسية . ففى الهامش الشمالى ساد الجفاف (كالجفاف الحالى) فيما قبل البلايوستوسين (على الأقل أثناء البلايوسين الأوسط والحديث) وفيما بعده (أى فى الهولوسين) . أما فى البلايوستوسين فقد ظهرت فترات الرطوبة التى عاصرت فترات البرودة فى وسط أوربا . وعكس هذا نجده فى منطقة الحجار (نطاق جنوب وسط الصحراء) حيث سادت ظروف مناخ السفانا الفصلية المطر عصر البلايوسين ، واستمرت حتى مشارف البلايوستوسين . وببداية عصر البلايوستوسين شاع الجفاف واستمر ، وسادت مورفولوجية الصحارى التى تتحكم فى عمليات تعرية المرتفعات (ومنها الحجار) حتى عصرنا الحالى .

هذا التتابع المناخى فى نطاق جنوب وسط الصحراء لا يقطع تسلسله سوى حدوث فترة رطوبة واحدة فى البلايوستوسين الحديث (بيدل وكوبيينا سنة ١٩٥٥) . وقد تأكدت سعة انتشار وظروف مناخ تلك الفترة بوجود آثر لها فوق

مرتفعات سيناء (بيدل ١٩٥٦) ، وهى تعاصر على ما يبدو تلك الفترة المطيرة التى أثبت حدوثها الأثريون والباليونتولوجيون الفرنسيون فى مواضع عديدة من جنوب الصحراء ومنها صحراء تشاد . وقد أمكن الاستدلال على حدوث فترة رطبة فى منطقة الحجار أثناء عصر الهولوسين ولكنها كانت ضعيفة جداً ، فقد اكتشفت لها هناك آثار بيولوجية ثانوية ، ولكن لم يعززها العثور على شواهد موروفولوجية أو تربات حفرية ، وهى تعاصر القسم الأول من العصر الحجرى الحديث فى السودان (بيدل ١٩٥٢ ، ١٩٥٥ ، وشفارتزباخ ١٩٥٣) .

الهامش الجنوبى للصحراء

(سنغال ومنطقة تشاد)

هذا التتابع المناخى الخاص بعصور المطر الذى وجدناه فى منطقة الحجار وجنوب ليبيا ، والذى أمكننا الاستدلال عليه بالشواهد المورفولوجية والبيدولوجية يظهر بشكل مماثل فى الهامش الجنوبى من الصحراء الكبرى (بين دائرتى العرض ١٤° ـ ٢٠° شمالاً على وجه التقريب) ، أى فى النطاق المتاخم للمناخ السودانى الحالى الفصلى المطر (الموسمى) . والفرق الوحيد أن أوجه الاختلاف بين هذا الهامش الجنوبى وبين الهامش الشمالى للصحراء أظهر وأوضح منها فيما بين الأخير وبين جنوب الصحراء (الحجار وجنوب ليبيا) .

وتتمثل ظروف مناخ « الأرض المدارية القديمة » فى جهات متعددة من الهامش الجنوبى للصحراء منها : شبه جزيرة كيب فيردى وفى غرب هضبة سينجامبيا Senegambia ، حيث نجد طبقة حديدية سميكة تمثل قاعدة قطاع التربة الحالى ، وهى تبدو مكشوفة فى عديد من الأماكن حيث يتم استغلالها فى عدد من المواقع منها المنطقة المحيطة بمدينة داكار ، وعلى حافة الجانب البحرى من هضبة سينجامبيا تكوّن هذه القشرة الحديدية السميكة الطبقة الصلبة التى ترتبط بها حافة هذا المنحدر التى ترتفع إلى نحو ٥٠ م (Buedel 1952) . وحينما نقدر لاكتساح واجهة كويستا بهذا الارتفاع أقصر وقت ممكن ، فإن

تكوين مثل هذه القشرة يرجع بنا على وجه التأكيد إلى ما قبل عصر البلايوستوسين .

وهى تتركب من غطاء من اللوم الأحمر القديم الذى تحول الآن إلى قشرة متصلبة من اللاتريت . وبعد تكوينه حدثت فترة جفاف طويلة يحتمل أنها شملت القسمين الأقدم والأوسط من عصر البلايوستوسين ، وفوق آثار تلك الفترة الجافة يرتكز « الغطاء الأحدث من اللوم الأحمر » وهو قليل السمك غير متماسك إلا فى بعض أجزائه . وفى مجال طبقة منه علياً يبلغ سمكها بين ١٠ ـ ١٢ م ، وعلى سطحه ، توجد أدوات حجرية عديدة ترجع إلى القسم الأخير من الحضارة الموستيرية (Maunyl 1949) . وبناء على ذلك تشمل الفترة الرطبة التى خلالها تكون هذا اللوم أوائل فترة الفورم الباردة ، بل إنها قد توغل فى القدم إلى فترة إيم Eem الدفيئة ، بل إلى فترة ريس الباردة أيضاً (لكن بدون ارتباط أو موازاة دقيقة بالتتابع المناخى بين الدفء والبرودة فى وسط أوربا) . وعلى العموم يمكن القول بأنه قد حدثت هنا أيضاً فترة مطيرة واضحة واحدة فى البلايوستوسين الحديث (تطابق مثيلتها فى صحراء تشاد) .

وفوق هذا اللوم الأحمر الحديث الذى يغطى هضبة سينجامبيا تراكم نطاق من الكثبان القديمة (الحفرية) الذى ترجع نشأته إلى أوائل عصر الهولوسين . وقد أمكن تحديد عمره عن طريق وجود عديد من مخلفات العصر الحجرى فى مستويات جزئه العلوى . ودليل آخر على حداثته يتمثل فى التجاويف المغلقة التى تكتنف النطاق كله ، حتى مع وجود غطاء السفانا الحالى الذى يفترشه . وهو أخيراً نفس النطاق الذى يمتد شرقاً ويغلق بحيرة تشاد . ولما كانت هذه البحيرة رغم طبيعتها المغلقة تحوى مياهاً عذبة ، فإن نشأتها ـ وبالتالى نشأة الكثبان التى تكتنفها ـ حديثة نوعاً ، فهى ترجع إلى بضع آلاف قليلة من السنين . وتدفع الدلتا ، التى يكونها نهر شارى الآتى إليها من الجنوب الشرقى ، هذه البحيرة المغلقة « المتحركة » باستمرار نحو الشمال فى نطاق الكثبان ذاته ، حيث نجد هامشها الشمالى وقد تزركش بعدد من الجزر وأشباه الجزر التى تمثل بقايا شبكة الكثبان التى قطعتها مياه البحيرة .

وقد أشرنا سلفاً إلى الامتداد الطولى لنطاق الكثبان ، ونضيف هنا إلى أن عرضه يبلغ زهاء ٣٠٠ كم ، وهو يمتد من السنغال إلى منطقة بحيرة تشاد على مسافة تبلغ زهاء ٤٠٠٠ كم ، وإن كان يتقطع فى بعض المواضع . ويمكن تتبع قسم متصل منه يمتد من بحيرة تشاد غرباً مسافة تزيد على ٦٥٠ كم فى اتجاه عام من الشرق إلى الغرب . ويشهد هذا النطاق العظيم من سلاسل الكثبان القديمة على أن النطاق الجنوبى من الصحراء الكبرى كانت تسوده ظروف مناخية أجفُّ بكثير منها فى وقتنا الحالى ، وذلك فى النصف الأول من عصر الهولوسين (خصوصاً فى فترة الدفء التى أعقبت اختفاء الجليد حتى بدايات العصر الحجرى الحديث) .

أما الفترة التى تلت ذلك وهى فترة العصر « الحجرى الحديث » التى نعثر على آثارها فى هذه الكثبان فإنها لم تكن هنا مجرد ذبذبه رطبة غير واضحة قصيرة الأمد (شبه مطيرة Subpluvial) ، كما كان الحال فى جبال الحجار أو فى مصر ، وإنما كانت بمثابة تحول إلى دور مطير واضح شمل كل القسم الحديث من عصر الهولوسين واستمر حتى وقتنا الحاضر ، ذلك أن النطاق كله يفترش فى وقتنا الحالى بغطاء كثيف من السفانا الشوكية ، كما تزركشه أشجار نامية من السنط عالية . وقد زحفت هذه السفانا منذ العصر الحجرى الحديث مسافة تقرب من ٣٠٠ كم فوق هذا النطاق من الكثبان صوب داخلية الصحراء . وتسمح كمية المطر وفترة سقوطه المنتظمة حالياً ، والتى تتراوح بين ٣ ـ ٤ أشهر فوق هذا النطاق بالرعى المتجول لقطعان الأبقار ، وفى بعض المناطق تصلح حتى للزراعة البعلية .

ويظهر اللوم الأحمر المدارى حالياً على بعد يتراوح بين ٣٠٠ ـ ٤٠٠ كم إلى الجنوب من هذا النطاق ، حيث يتراوح فصل المطر بين ٦ ـ ٧ شهور ، معنى هذا أن درجة الرطوبة أثناء فترة الهولوسين الحديث المطيرة (من العصر الحجرى الحديث حتى وقتنا الحالى) بلغت نصف مقدار درجة الرطوبة أثناء فترة المطر فى أواخر عصر البلايوستوسين (البلايوستوسين الحديث) وقد تخلل فترة الهولوسين الحديثة المطيرة أوقات كانت فيها الرطوبة أعلى منها فى وقتنا الحالى ، وهذا ما

ترجحه ذبذبات مستوى المياه فى بحيرة تشاد أثناء عصر ما قبل التاريخ والعصر التاريخى ، وحينذاك كانت ظروف الرطوبة تدانى مثيلتها أثناء فترة المطر فى البلايوستوسين الحديث (أنظر الشكل رقم ١) .

أهمية التتابع المناخى فى الصحراء الكبرى

بالنسبة للتاريخ المناخى العام

١ ـ وضع البلايوستوسين بعامة والفورم بخاصة

بحسب ما شاهدنا من آثار ومخلفات نرى التاريخ المناخى للصحراء الكبرى أثناء البلايوسين والزمن الرابع ، يتمثل فى جوهره فى سلسلة من تتابع الرطوبة والجفاف . وهذا التتابع يرتبط بفترات حرارية متباينة فى الهامش الشمالى من الصحراء وحده . وحين نلقى نظرة عامة على جميع النطاقات الصحراوية الأربعة نستطيع استخلاص النتائج الآتية :

١ ـ يمكن القول عامة بأن عصر البلايوستوسين قد ظهر فى الصحراء الكبرى كعصر من نوع خاص مغاير من وجهة الرطوبة ، بين عصر البلايوسين من قبله وعصر الهولوسين من بعده . لكن هذا الاختلاف بالنسبة للعصر الذى سبقه وللعصر الذى لحقه ينقلب من الشمال نحو الجنوب . ففى الهامش الشمالى من الصحراء (وجزئياً فى شمال النطاق الأوسط) يتميز البلايوستوسين بحدوث تتابع منظوم من عدد من الفترات الرطبة بين فترات تكاد تكون جافة تماماً فى البلايوسين والهولوسين . وفى الهامش الجنوبى (وجزئياً فى جنوب النطاق الأوسط) يصبح البلايوستوسين بعامة بمثابة عصر جاف بين فترات رطبة واضحة من قبله ومن بعده .

٢ ـ حين ننظر إلى فترات المطر فى الصحراء الكبرى نلاحظ الصورة الآتية:

فى الهامش الشمالى نرى بالنسبة للبلايوستوسين ـ ابتداء من فترة ما قبل جونز حتى فورم ـ تعاصراً وموازاة بين فترات المطر فى الصحراء وفترات البرودة فى

وسط أوربا ، والأخير كانت بالنسبة لفترات المطر الصحراوية بمثابة الباعث المحرك. ومع كل نطاق نعبره فى اتجاه الجنوب تحدث هذه الموازاة متأخرة بمقدار « فترة جليدية » على وجه التقريب ، إلى أن ننتهى بنطاق الهامش الجنوبى من الصحراء، فلا نجد آثاراً لسوى فترة مطيرة واحدة تقع فى البلايوستوسين الحديث. ومن ثم تتحلل الصلة السببية التى وجدناها واضحة فى الهامش الشمالى بين فترات المطر وبين فترات البرودة فى وسط أوربا من ناحيتين :

الأولى ، أننا لا نجد هنا (فى الهامش الجنوبى للصحراء) لفترات البرودة الأربعة (اثنتان فيما قبل جونز ، وجونز ثم ميندل) ما يقابلها من فترات المطر .

والثانية ، أن فترة المطر البلايوستوسينية الوحيدة التى ما زلنا نجد لها آثاراً واضحة هنا (جنوب الصحراء) لا تقابلها على وجه التحديد فترة باردة معينة محددة فى وسط أوربا : فنهايتها تقع فى وسط فترة فورم الباردة ، بينما نجد بدايتها غير معلومة . فقد تكون فى فترة إيم Eem الدفيئة ، أو قد ترجع إلى فترة ريس الباردة .

٣ ـ يرى بنك A. Penck فى أحدث آرائه أن الصحراء الكبرى أثناء فترات البرودة كانت أكثر رطوبة بوجه عام ، وأن رقعتها كانت تضيق وتنكمش بواسطة تقدم حدودها الرطبة من ثلاثة اتجاهات فى وقت واحد : من الهامش الشمالى البحرى (من جهة البحر المتوسط) ، ومن الهامش الجنوبى الاستوائى (أى من جهة خط الأستواء) ، ثم من حد الرطوبة العلوى فوق المرتفعات (وهو يوازى انخفاض خط الثلج الدائم) .

ويتضح من عرضنا السابق ومن النتيجتين السالفتين أن هذه الصورة التى ارتآها بنك لا تصدق ولا تعززها الأدلة إلا فيما يختص بفترة فورم الباردة . وحتى فيما يختص بالفورم فإنها تصح فقط بالحدود التى سبق ذكرها . ومن الممكن أن نرى هذه الصورة أيضاً فى فترة ريس الباردة (أنظر شكل ١) لكن بدرجة محدودة جداً . وكلما تراجعنا من فترة ريس إلى الوراء ، أى إلى فترات مندل وجونز وما قبل جونز ، يتضح تقدم الحزام الرطب صوب قلب الصحراء فى الهامش الشمالى فقط ، لكننا لم نعد نشاهده إطلاقاً ، لا فى جنوب الوسط ولا

فى الجنوب ، فهنا ينعدم وجود آثار لفترات مطيرة معاصرة لتلك الفترات الباردة .

ولقد يشك فى هذه النتيجة (السلبية) بالنسبة للفترات الباردة القديمة ويثار فى وجهها الاعتراض . فلقد يقال أن عدم اكتشاف آثار لفترات مطيرة أقدم فى جنوب الصحراء يرجع إلى :

(أ) قلة كثافة شبكة الأبحاث والمشاهدات هناك ، أو يعزى إلى (ب) اندثار أو انطماس معالم وآثار تلك الفترات المطيرة (بسبب القدم) كلما توغلنا فى الماضى .

وبالنسبة للاعتراض الأول نقول بأنه فى خلال العشرين سنة الماضية قد جرت أبحاث جديدة (عدا القديمة) وعديدة فى مختلف جهات الصحراء ، ومع هذا فإن الصورة التى وصفناها وسجلناها فى الشكل (١) بقيت كما هى فيما يختص بعدم وجود آثار لفترات مطيرة بلايوستوسينية أقدم فى جنوب الصحراء. وعلى العكس من ذلك فقد أثبتت تلك الأبحاث الجديدة وعززت حدوث كل الفترات المطيرة فى الهامش الشمالى ، كما أمكن إثبات معاصرة معظمها لفترات البرودة فى وسط أوربا .

وضد الاعتراض الثانى نسوق الأفكار الآتية : حينما ننظر فى الهامش الشمالى للصحراء الكبرى ، نجد آثار فترات المطر (فترات البرودة) سواء منها الحديث والقديم ما تزال موجودة وفى حالة جيدة ، وكثيرا ما عثر ويعثر عليها . أما فى جنوب الصحراء فما تزال نفس الثغرة مفتوحة والنقص فى العثور على آثار لفترات المطر فى البلايوستوسين القديم ما يزال كما هو منذ أكثر من ربع قرن من الزمن رغم كثرة الأبحاث . وعلى العكس من ذلك فقد أمكن العثور هناك على آثار لفترات رطبة أقدم من ذلك تنتمى لعصر البلايوسين . وهذه الآثار ما تزال فى حالة طيبة وواضحة ومنتشرة انتشاراً عاماً فى هذا النطاق الجنوبى من الصحراء .

ولهذا يمكن القول بأن الصورة العامة الجديدة التى وضعناها للتابع المناخى فى مختلف نطاقات الصحراء الكبرى ، والتى تميزها الخصائص الآنفة الذكر

صحيحة . وعلى أساسها أمكننا رسم الشكل رقم (١) متكاملاً ، وإن كان يحوى عدداً قليلاً من علامات الاستفهام .

٤ ـ وبتلك الصورة الجديدة يمكن إلقاء ضوء جديد على رأى بالوت Balou (وهو الرأى المماثل للرأى القديم لبنك الذى اعتقد بعدم انكماش رقعة لصحراء أثناء كل فترة بادرة ، وإنما بزحزحة نحو خط الاستواء « لنطاق الصحارى المتأثرة بالرياح التجارية » . ذلك أن كلاً من بنك (فى نظريته الأحدث) وبالوت قد أقام نظريته على أساس أن التتابع المناخى البلايوستوسينى بين البرودة والدفء فى العروض العليا هو المحرك المولد للتتابع المناخى بين الرطوبة والجفاف فى النطاق الصحراوى الواقع على هامش المنطقة المدارية الرطبة . وهذا ما لا يُعدُّ الآن صحيحاً أيضاً بالنسبة لنظرية بالوت . ذلك أننا قد وجدنا فى الهامش الجنوبى من الصحراء آثارا لفترة رطبة واحدة خلال عصر البلايوستوسين كله . وحتى هذه الفترة ليس لها ارتباط وثيق بفترة جليدية محدودة أو بفترة غير جليدية (دفيئة) معلومة ، وإنما قد امتدت متقطعة غير متصلة عبر بعض من هذه (جليدية) وتلك (غير جليدية) أثناء البلايوستوسين الأعلى (الأحدث) .

وعلى العكس من ذلك تنتشر فى هذا الهامش الجنوبى من الصحراء اثار لفترات مطيرة حدثت فيما قبل الجليد البلايوستوسينى وفيما بعده ، وهذه الفترات الرطبة ليس لها بطبيعة الحال أدنى ارتباط بالتتابع المناخى بين البرودة والدفء فى أوربا (أى المحرك المولد لفترات المطر فى الهامش الشمالى للصحراء) . وهنا نلحظ مسألة هامة تبرز من الصورة الجديدة سنعالجها بالدراسة بعد قليل (أنظر أسفله تحت حرف ب) . ويبقى الفضل لبالوت الذى أشار لأول مرة إلى الاختلاف بين نمط آثار فترات الرطوبة البلايوستوسينية فى الهامش الشمالى ، وبين نمطها فى الهامش الجنوبى للصحراء ، ومن ثم أنار الطريق أمام هذا البحث الجديد .

ب ـ الاختلاف بين فترات المطر فى شمال الصحراء وفى جنوبها :

يتضح لنا مما سبق أن فترات المطر فى شمال الصحراء الكبرى تختلف فى

مسبباتها وبواعثها عنها في جنوبها . إذ أن فترات المطر فى شمال الصحراء كانت تقع فى مجال تأثير الشمال : أى فى مجال تأثير التبريد الشديد الذى حدث مراراً أثناء فترات البرودة وشمل قلنسوة النصف الشمالى من الكرة الأرضية فيما بين النطاق الشبه مدارى الحالى والقطب . وقد كان معدل التبريد المعاصر فى الأراضى الجبلية فى النطاق المدارى لا يرقى إلا لمجرد النصف ، وكان التبريد أقل من ذلك بكثير قرب سطح الأرض فى الأراضى السهلة المدارية ، خصوصاً حيث استطاعت الغابات القديمة والسفانا الكثيفة أن تواصل نموها دون اضطراب . وكلما اتجهنا شمالاً مقتربين من مركز التأثير الشمالى وجدنا فترات المطر فى الهامش الشمالى من الصحراء وقد ظهرت بخصائص.ومميزات تختلف تماماً عن فترات المطر فى الجنوب ، فهى فترات أقصر ، وأقل رطوبة ، لكنها أوضح برودة ، كما صحبها هبوط خط الثلج الدائم ، وعمليات الانسياب الأرضى ، وهبوط أشد لحدود فعل الصقيع .

ومن الوجهة المورفولوجية نجد أن توسيع البيديمنتات Pediments عند أسافل المرتفعات ميزة تختص بفترات المطر (Menshing خصوصاً فى بحثه عام ١٩٥٨) . أما من الوجهة البيدولوجية فتشخص فترات المطر فى السهول تربات حمراء Terra - Rossa ، تكونت تحت تأثير كمية من المطر كان مقدارها يتراوح بين ٤٠٠ ـ ٥٠٠ مم ، وفى المناطق التى كان المطر يقل فيها عن ذلك (بين ٤٠٠ ـ ٣٠٠ مم) تظهرتربات استبس غنية بالجير وشبيهة بتربات اللوس ، أما فى المناطق التى كانت تتراوح فيها كمية المطر بين ٣٠٠ ـ ١٠٠ مم نجد التربة وقد غطيت بقشرة من الجبس أو الجير بحسب تركيب الطبقات الصخرية السفلى . وعلى هذا يميز هذه الفترات المطيرة فى كثير من التخوم الصحراوية وجود القشور الجيرية (ومنها على سبيل المثال تصلب أسطح الكثبان) ، ولكن لم تكن الظروف المناخية التى سادت هذه التخوم لتسمح فى أى مكان منها بتكوين قشور حديدية أو منجنيزية أو من البوكسايت .

وقد سبق لفلون Flohn (١٩٥٣) أن قام بعملية الربط المناخى بين فترات المطر هذه ، وبين مناخ العصر البارد (الجليدى) حول القطب . وقد تبين

له أن الإنخفاض فى درجات الحرارة فى النطاق المدارى كله كان يبلغ نصف معدله فوق القلنسوة القطبية ، وكان هذا يعنى ازدياد المدى الحرارى بين المناطق القطبية والمناطق المدارية . وفضلا عن ذلك فإن النطاق القطبى قد اتّسع وامتد من موضعه بحدوده الحالية فوق قسم عظيم من العروض الوسطى : ففي نطاق العروض الأوروبية كان حد الغابات القطبى يقع حوالى دائرة العرض ٤٥° شمالا بدلا من دائرة العرض ٦٩° شمالا فى وقتنا الحالى . هذا بالإضافة إلى أن موقع الجبهة القطبية ، ومن ثم موضع شدة كثافة الأحداث المتيورولوجية قد تزحزح تجاه خط الإستواء نحو ١٥° إلى ٢٠° عرضية ، أى ما بين دائرتى العرض ٤٥° ــ ٥٠° شمالا فى وقتنا الحاضر إلى حوالى دائرة العرض ٣٠° شمالا آنذاك .

وينبغى أن نضيف إلى ذلك ، أن هذا التقدم لنطاق الجبهة القطبية نحو خط الإستواء قد صحبه اتساع عظيم على امتداد خطوط الطول ، ومن ثم إنتشار على رقعة أوسع من سطح الأرض (الدائرة العرضية عند الدرجة ٥٠ شمالا : ٢٦,٠٠٠ كم ، وعند الدرجة ٣٠ شمالا : ٣٥,٠٠٠ كم ، وعند الإستواء : ٤٠,٠٠٠ كم) . معنى هذا أنه كان يقف حينذاك قبالة النطاق الإستوائى ذى الحرارة العظمى نطاقان (ليسا أقل منه طولا بكثير) من جبهات الهواء البارد فى مجال النطاق شبه المدارى الحالى . ونتيجة ذلك كانت تتمثل فى إضعاف الدورة النطاقية Zonal Circulation وتقوية الدورة الطولية Meridional Circulation . ومن ثم فإن نطاق الضغط المرتفع الحالى المستديم على مدار السنة ، والذى ترتبط به « صحارى الرياح التجارية » كان يتقطع إلى خلايا Cells بواسطة ورود هواء قطبى بحرى مطير . وقد كانت أقوى تلك الهبات الهوائية القطبية تستطيع الوصول إلى داخلية النطاق المدارى مراراً وتكراراً أكثر مما تفعل فى وقتنا الحالى بكثير ، وكان هذا يعنى حدوث خلخلة وتقطع للرياح التجارية بواسطة الأعاصير المدارية .

وقد كان الهامش الشمالى للصحراء الكبرى أثناء جميع الفترات الباردة البلايوستوسينية أكثر رطوبة منه فى الوقت الحالى ، وذلك نتيجة لتكرار حدوث تقدم واقتراب الجبهة القطبية بشكل متشابه من النطاق المدارى . ونحن نسمى

هذا النمط من فترات المطر ، مع فلون وبيدل « فترات المطر القطبية Polaren Pluviale » للصحراء الكبرى الإفريقية . وكان ينبغى لهذه الفترات أن تتميز على الخصوص بالأمطار الشتوية ، كما هى الحال فى منطقة البحر المتوسط فى وقتنا الحاضر . هذه الأمطار الشتوية تقتحم النطاق الصحراوى حالياً بشىء من الإنتظام وتتوغل على امتداد البحر الأحمر (حتى مصوع) ، وشرقاً على الخليج العربى . ثم إلى مصب نهر السند . وفى عروض مشابهة للصحراء الكبرى الإفريقية نجد مثيلا لهذه الصورة فى داخلية الصحراء الأسترالية حيث تغزو الأمطار الشتوية النطاق شبه المدارى ، كما تتوغل فى النطاق المدارى ذاته بكثرة تفوق بكثير ما يحدث الآن بالصحراء الكبرى ، وهذه الكثرة تدانى ما كان يحدث بالأخيرة أثناء الفترات المطيرة البلايوستوسينية .

أما فى الهامش الجنوبى من الصحراء فقد كانت الظروف مختلفة فهنا كان تأثير مناخات العصر البارد (الجليدى) أكثر تخلخلا ، وفعلها غير مباشر . وفى سلسلة تتابع فترات الرطوبة أثناء العشرة ملايين سنة الأخيرة نجد الهامش الجنوبى مختلفاً عن الهامش الشمالى (أنظر شكل ١) . فمناخ عصر البلايوستوسين يعنى هنا فى معظمه ، حدوث فترة جافة طويلة تفصل بين عصرى البلايوسين والهولوسين . وحينما نصل فى البلايوستوسين إلى قسمه الأعلى (الحديث) نصادف الفترة الرطبة الوحيدة ، التى من الممكن ولو جزئياً، موازاتها بفترة باردة « شمالية » وهى فترة الفورم . والواقع أنه فى أثناء فترة فورم (وربما فى فترتى إيم وربس) كانت كل الصحراء من جميع جوانبها : من الشمال ومن الجنوب ومن أعلى (من مرتفعاتها المطيرة) قد تقلصت وانكمشت وعمها المطر .

وبالنسبة لحدوث هذه الفترة المطيرة الوحيدة فى الهامش الجنوبى للصحراء أثناء البلايوستوسين الأعلى ، فلا شك أن قد شاركت فى نشأتها الكتل الهوائية الباردة التى كانت تستطيع الوصول إلى النطاق المدارى حينذاك . **ولكن يبقى السؤال** : لماذا لا نجد للفترات الباردة الأقدم تأثيراً مباشراً أو غير مباشر فى هذا الهامش الجنوبى ، ولماذا لم تقم بهذا التأثير رغم أنها ولا ريب اتسمت بنفس

الظروف المناخية التى تميزت بها فترة فورم ؟ لا بد إذن أن كان هناك تأثيراً آخر ظهر هنا ومارس فعله آنذاك . وهذا التأثير لا يمكن أن يأتى إلا من النطاق الإستوائى ذاته ... كل الطاقة الجوية تأتى من الإشعاع الشمس ، وهذه يشتد تأثيرها فى تسخين العروض الإستوائية وفى الدورة الهوائية العامة . ونحن نجد هنا أهم نطاق تحدث فيه عملية تحول هذه الطاقة إلى غلافنا الجوى . ومن ثم فإنه نطاق تحكمه ولا شك قوانين ونظم خاصة فى أثناء ذبذباته التى تحدث على امتداد مئات السنين . وهذه تتدخل بتأثيرات تصدر عن القلنسوات القطبية أثناء الفترات التى تتميز بعظم شدة التبريد . وفى أثناء عصر البلايوستوسين لم تحدث هذه الحالة بوضوح إلا فى أثناء فترة فورم ، أما قبل عصر البلايوستوسين وبعده فقد كان يتحكم فى الذبذبات التى تحدث فى هذا النطاق الجوى الوسيط أحداث نابعة ومتأصلة فى النطاق ذاته . وعلى هذا النحو يمكننا أن نسمى فترة الرطوبة التى حدثت فى الهامش الجنوبى من الصحراء أثناء البلايوستوسين الحديث «فترة مطيرة إستوائية» .

وهذه الرابطة (بين مركز التأثير الإستوائى وحدوث فترة مطر) نجدها ممثلة بصورة أوضح فى فترة المطر التى حدثت فى الهولوسين الحديث ، فهنا تنعدم الصلة تماماً بين سقوط المطر وبين التتابع المناخى « الشمالى » ـ كمركز تأثير ـ من فترات باردة إلى أخرى دافئة . إذ أن ظهور فترة مطرية شديدة الوضوح فى العصر الحجرى الحديث وما بعده فى الهامش الجنوبى من الصحراء لم يتفق إطلاقا مع بداية فترة باردة « شمالية » (هبوط فى المتوسط الحرارى السنوى مقداره حوالى ٨° م) ، وإنما على العكس من ذلك قد اتفق مع أوج فترة الدفء الهولوسينية (ازداد المتوسط الحرارى السنوى أثناءها فى وسط أوربا بنحو درجتين مئويتين عنه حالياً) ثم مع الهبوط الحرارى إلى فترة أبرد بعض الشىء (أعقبت فترة الدفء الهولوسينية المذكورة) التى لم تبدأ إلا بعد عام ١٠٠٠ قبل الميلاد . ومن ثم فإن المؤثرات التى أتت من مجال الدورة الهوائية « الشمالية » (خارج النطاق المدارى) لا يمكن أن تكون قد شاركت فى تلك الأحداث المناخية إلا بقدر ضئيل .

وفضلا عن ذلك فإنه يبدو أن حدوث هذه الفترة الرطبة فى العصر الحجرى الحديث كان على الخصوص ذا تأثير هام ، ذلك أنه أيضا بالنسبة للنطاق الصحراوى الأوسط تدل المخلفات الخاصة بالعصر الحجرى الحديث (الغنية بحيوانات من النوع السودانى التى تشير إلى حياة نباتية لا تقل عن السفانا الصحراوية ومع وجود غابات الدهاليز) على سيادة مناخ كان أكثر رطوبة منه الآن . وقد وصلت مؤثرات هذه الفترة حتى مصر ، وسماها بوتزر Butzer (١٩٥٨) هنا « فترة شبه مطيرة رقم ٢ » (بين ٥٠٠٠ ـ ٢٥٠٠ ق . م على وجه التقريب)[(١)] . وقد أشار فلون (سنة ١٩٦٣) إلى وجود ذبذبات مطيرة مشابهة إستمرت حتى العصر التاريخى الحديث .

من هذا يمكننا القول بأن مركز التأثير المناخى بالنسبة لهذه الفترة المطيرة فى العصر الحجرى الحديث التى تعاصر وسط الفترة الدفيئة الطويلة المنتظمة الحرارة التى أعقبت الجليد فى « الشمال » (فيما بين ٧٠٠٠ ـ ٥٠٠ ق. م) ، لم يكن نطاق الجبهة القطبية وإنما كان فى النطاق الإستوائى ذاته .

جـ - الاستمرار الجيولوجى والمناخى :

حالة المناخ المتناسق « للأرض المدارية القديمة »

الإستمرار الجيولوجى لا شك فى صحته ، ما دام يرتبط بالأحداث الباطنية. فالزلازل والإنكسارات والإلتواءات وعمليات التحول الصخرى ومختلف أنماط العمليات البلوتونية قد حدثت باستمرار بطريقة « تشبه » على ما يبدو

(١) وضع فيربريدج Fairbridge (١٩٦٢ ص ٣) فترة مطيرة لمصر فى الفترة ما بين ٩٥٠٠ ـ ٥٠٠٠ ق . م، أى فى العصر الحجرى المتوسط (قبل الحجرى الحديث) . وعلى العكس من ذلك ينظر بوتزر Butzer (١٩٥٨ ص ١٤٥) إلى نفس الفترة الزمنية تقريبا (ما بين ٨٠٠٠ ـ ٥٠٠٠ ق . م) فى مصر على أنها كانت أجف من الوقت الحاضر ، وفى مكان آخر من مؤلفه يقول بأنها تماثل مناخ الحاضر تماما (أى أنها جافة جدا) . ويستند كلا الباحثين على تأريخ دقيق بالإشعاع الكربونى . وربما يرجع الاختلاف بينهما الى أن بوتزر أجرى أبحاثه على رواسب صحراوية محلية ، بينما فيربريدج بحث رواسب نيلية فيضية منقولة . ولهذا نفضل نتائج نتائج أبحاث بوتزر .

الطريقة التى تحدث بها « حالياً » ، وذلك منذ أن أصبح للأرض قشرة صلبة . وهناك الشواهد التى لا تحصى عداً والتى من خلالها تعرفنا على آثار هذه الأحداث خلال الماضى البعيد الذى يوغل فى القدم إلى ملايين السنين ، والتى تسمح بتحقيق هذا الموضوع بتفصيلاته العديدة .

وحينما نحيل الطرف إلى القوى الخارجية . نجد الأمور تختلف كل الإختلاف ، فهى كلها تنتهى إلى أحداث موضعها فى الغلاف الجوى . وهنا نجد ضرورة الفصل فى مفهوم حقيقة الإستمرار . ففيما يختص بالعمليات المتيورولوجية التى تحدث فى الغلاف الجوى . فإن حقيقة الإستمرار لا شك قائمة هنا أيضاً : فأعاصير العروض المعتدلة ، والعواصف المدارية ، والضغط الجوى ، والرياح ، ونشوء مختلف أنواع المطر كانت تحدث باستمرار بطريقة واحدة أو متشابهة منذ أن نشأ الغلاف الجوى وأحاط بالأرض يابسها ومائها ، ولكننا لا نستطيع أن نُمسك بأى من هذه الأحداث إلا فى أثناء فترة حدوثها القصيرة الحاضرة الآيلة للزوال . ومن ثم فإنه لم يبق من أى من هذه العمليات التى حدثت فى الماضى أى أثر مباشر . ولهذا فإن الجيوفيزيقى لا يهتم بأى من هذه العمليات التى لا يطولها تاريخياً ، وإنما يهتم بالنمط : كنمط عاصفة تيفون أو مركز إعصار أو جبهة متيورولوجية ، ومن ثم فإن الإستمرار المتيورولوجى موجود ، ولكن انعدام وجود آثار باقية مباشرة للعمليات المتيورولوجية القديمة لا تسمح بالمقارنة بين الماضى والحاضر .

وعلى العكس من ذلك هناك آثار غير مباشرة لتوزيع أنماط هذه الأحداث فى الماضى على سطح الأرض ، ورغم أنها ليست كثيرة فإنها ذات أهمية تاريخية كبرى ، ومنها آثار مواقع النطاقات المناخية القديمة التى تهمنا فى دراستنا هذه . ولكننا مع هذا لا نستطيع استخدام مفهوم الإستمرار (الإستمرار المناخى) على هذه الآثار بالمعنى الذى ميزناه لما يختص بالقوى الجيولوجية الباطنية . ويمكننا أن نسوق مثالا لتوضيح ذلك : فى السويد يمكن للباحث الجيولوجى أن يقتفى أثر القوى الإلتوائية ما ظهر منها وما بطن ، ومهما بلغ قدم العهد بها ، فهو يستطيع تتبع ما حدث منها حتى عصر ما قبل الكمبرى على امتداد مسافات كبيرة وبكل

دقة . ناهيك عن القوى الإلتوائية الألبية التى يمكن للباحث الكشف عنها منذ بداياتها الأولى فى الكريتاسى الأسفل عبر مختلف أدوارها الرئيسية . من سلسلة إلى سلسلة ، حتى نهاياتها التى شملت منطقة المولاسه Molasse فى النطاق الألبى الأمامى .

ونحن نفتقد تماماً مثل هذا بالنسبة للآثار المناخية الحفرية (القديمة) . فنحن نعرف هنا نمطاً واحداً فقط لنموذج الدورة الهوائية بدقة ، ألا وهو نمط اليوم بمعنى الحاضر فى أضيق حدوده . ومنذ نحو ثلاثين سنة أصبحت شبكة الأرصاد الجوية من الكثافة بحيث أصبح فى إمكاننا أن نتحدث حقيقة عن المعرفة بظروف تحركات غلافنا الجوى وبالتالى عن الأحداث المكونة للنطاقات المناخية الحالية . ونحن لا نجد أمامنا أى نموذج لدورة هوائية لمناخ قديم ممثلا فى اثار مباشرة كى يحقق مفهوم استمرار مناخى .

ويضاف إلى ذلك أمر آخر . فالآثار القليلة غير المباشرة للمناخات القديمة، والخاصة بكل نظام من نظم النطاقات المناخية السالفة على سطح الأرض توضح بالتأكيد أمراً معيناً وهو : أن أى نظام من تلك النظم لا يطابق نظام الحاضر . وتستوى فى هذا كل النظم سواء فى ذلك إرتباطها بصورة عامة بالإشعاع الشمسى أو بالعوامل المناخية الأرضية المصدر (موضع القطب ، وتوزيع اليابس والماء ، وارتفاع الجبال وإتجاهات مضاربها ، ووجود غطاءات جليدية) .

ولقد تثار هنا مسألة ما إذا كان الدوام الشمسى حقيقة ظل ثابتاً باستمرار . وعلى الرغم من أن التعرض لهذه المسألة مهم ، فإن هنالك أمراً أهم بالنسبة لموضوعنا هذا يتمثل فى أن الطبقة السفلى من التروبو سفير ذات الأهمية المناخية، كانت أبرد فى أوج فترة الفورم الباردة من وقتنا الحالى بنحو ٥ ـ ٦ درجة مئوية . وعلى العكس من ذلك كانت تلك الطبقة أدفأ من وقتنا الحاضر بحوالى نفس القدر (٥ ـ ٦ درجة مئوية) فى القسم الأول من الزمن الثالث (وفى معظم الزمن الثانى ، قارن جلرت Gellert ١٩٥٨) .

وقد كانت المؤثرات الأرضية على المناخ فى جميع العصور الجيولوجية مختلفة كل الإختلاف عنها فى الوقت الحاضر . ولهذا يبدو لنا أنه من غير

المناسب هنا أن ننظر إلى كل المناخات القديمة للأرض على أنها مجرد منوعات أو أنماط معدلة من ظروف الدورة المناخية الحالية ، وذلك بناء على ظروف المناخ الحاضر وحدها . ومثل هذا يصنع الصعوبات بالنسبة لبعض المسائل التى تختص حتى بأقرب فترة للحاضر وهى فترة فورم الباردة . فنحن لا نستطيع مثلا أن نكون صورة دقيقة ــ رغم كثرة وجود كثير من الآثار ــ عن مناخ لوس التندرا القارى الذى تكون فى أوج جليد الفورم ، ذلك الأوج (وسط الفترة) الذى تميز بصيف شمسه عالية ، وبثروة حيوانية غنية وفرت الغذاء الكافى للصيادين الأوريجناسيين Aurignac . ويرجع السبب فى ذلك إلى أننا نفتقر الآن إلى وجود مناخات على الأرض صالحة للمقارنة ، إذ أن ما نراه الآن منها مجرد أنماط من مناخات التندرا القطبية المحيطية التى تتميز بشمس مائلة ، وبغلاف أبدى من الضباب . ولكننا نستطيع ، ولنا بعض الحق ، أن نقرر من مناخ الحاضر مميزات مناخ فترتى إيم Eem وهو لشتاين Holstein الدفيئتين . كما نستطيع ، ولنا بعض الحق أيضاً ، أن نستنبط من مناخ الفورم سمات مناخ فترتى ريس وميندل الأوربيتين ، ذلك أن جليدى ريس ومندل يماثلان جليد الفورم فى أوربا على وجه التقريب . أما بالنسبة لفترة جونز فقد كانت غطاءاتها الجليدية الألبية والشمالية (خصوصاً غطاء شمال أوربا) أصغر بكثير منها فى الفترات اللاحقة، ومن غطاء شمال أوربا فى تلك الفترة لم يعثر حتى الآن على آثار يعتد بها ، على الرغم من وجود دلائل أخرى تشير إلى إحتمال حدوث قدر من التبريد أثناء فترة جونز يضاهى القدر الذى حدث فى فترة فورم ، وباختصار يمكننا القول بأنه كلما توغلنا فى الماضى ، كلما ازداد الغموض والإلتباس واشتدت صعوبة التعرف على سمات المناخ ، وكلما كانت المحاولة لوضع نظام الدورة الهوائية الحالية كأساس للتعرف على النظم المناخية القديمة (وبالتالى اعتبار تلك النظم منوعات أو نظم معدلة للنظام الحالى) أبعد عن الدقة والصواب .

وبسبب هذه الظروف يبدو لنا أنه من المفيد أن نحاول إستخدام طريقة بحث أخرى . فبدلا من أن نبدأ بالحاضر ، نحاول تتبع تطور العوامل الأرضية المؤثرة فى المناخ من الماضى للحاضر . وينبغى لنا أن نستفيد من معرفتنا بأن المليون سنة

الأخيرة التى يضمها الزمن الرابع بتغيراتها المناخية السريعة ، كانت بمثابة فترة شاذة واضحة المعالم فى تاريخ التطور المناخى الأرضى فى الفترة الزمنية التى ابتدأت بانتهاء عصر الجليد الذى حدث فى أعلى الزمن الأول . وقد دامت تلك الفترة أكثر من مائتى مليون سنة ، كانت الأحوال المناخية خلالها أكثر تناسقاً وتجانساً . ويمكننا الآن أن نختار نقطة بداية من خلال هذه الفترة الطويلة المستمرة ، ومنها نبدأ فى تتبع هذه العوامل المناخية الأرضية المتغيرة ، والتى يمكن التعرف عليها بصورة أوضح كلما تقدمنا واقتربنا أكثر فأكثر من عصر الهولوسين، إلى أن نصل بالتدريج إلى النقطة المعلومة المؤكدة لمناخ الحاضر .

ونحن مع هذا نضع الحاضر نصب أعيننا باستمرار ، لكن بدون أن نعتبره نموذج تفكير لمناخ تلك الأزمان القديمة نبدأ به ونتقيد بحدوده . ونقطة البداية فى رأينا ينبغى أن تكون دوراً مناخياً مستمراً طويلا ، وأن ينأى عن فترة الزمن الرابع المضطربة ، ولكن ينبغى أن يكون هذا الدور المناخى قريباً من الحاضر بدرجة كافية ، حتى يمكن أن يكون قد ترك آثاراً تكفى لتكوين صورة (غير نظرية) واضحة تماماً .. ولعل أفضل فترة نختارها لهذا الدور هى تلك الفترة الطويلة التى تمتد من عصر الإيوسين حتى عصر البلايوسين الأسفل . ففى خلال تلك الفترة التى امتدت حوالى ٥٠ مليون سنة احتفظت الأرض كلها حتى عروض عليا بمناخ دافىء متجانس ، وبهذا نصل إلى مفهوم « الأرض المدارية القديمة » (بيدل ١٩٦٢) . وفضلا عن ذلك فقد حاولنا فى موضع سابق من هذا البحث أن نوضح أن المعدل الحرارى أثناء تلك الفترة قد تناقص بدرجة من البطء ، لم يحدث معها ، حتى البلايوسين الأعلى . تحول جوهرى فى بناء التربة وظروف التعرية فى جنوب وسط أوربا (٤٦,٥ ـ ٥٠° شمالا) .

ولم تحو « الأرض المدارية القديمة » أى نوع من المناخات الباردة ، باستثناء القلنسوات الجليدية القطبية المحدودة الرقعة آنذاك . وقد كانت الأقاليم القطبية تتميز بمناخ يشبه على وجه التقريب مناخ « الإقليم المعتدل » الحالى (شفار تزباخ Schwarzbach ١٩٦١ ، خريطة مناخ الزمن الثالث الأسفل ص ١٥٨) . وقد امتدت رقعة المناخات الدافئة التى اقتربت من سمات أنواع

المناخات المدارية والموسمية شبه المدارية الحالية ، ووصلت حتى أطراف العروض الوسطى من جهة القطبين . ومن ثم فقد إتسع نطاق الدفء الإستوائى على الأرض ، وشمل ما يزيد على ٧٠ ٪ من مساحة سطحها (يقتصر الآن على نحو ٤٨ ٪ فقط من سطح الأرض) ولكنه مع ذلك لم يكن ، بحسب كثير من الشواهد ، أكثر حرارة حتى فى قلبه منه فى وقتنا الحاضر .

وتشير الأدلة الجيولوجية والباليونتولوجية أيضاً أن الإنخفاض الحرارى الإقليمى صوب القطب قد حدث بصورة تدريجية تماماً ، فلم يعتريه الشذوذ أو التغير الفجائى . ونتيجة لضيق شقة الإختلاف الحرارى بين القطب ودائرة الإستواء ، تضاءل التباين بين نطاقات الضغط ، ومن ثم فقد ضعف الباعث أو المحرك الرئيسى للتصنيف المناخى النطاقى . وهناك ظروف أخرى آزرت وعززت هذه الظاهرة : فالجبال الشامخة لم يكن قد تم ظهورها بعد (رفع جبال الألب وغيرها من المناطق الجبلية الألبية النمط لم يبلغ شأوه إلا فى عصر البلايوسين) . وفى نفس الوقت إتسمت المسطحات المائية العالمية (مع إنعدام وجود غطاءات جليدية) بحرارة عالية متناسقة متجانسة وبارتفاع مستواها ، واتساع رقعتها على حساب اليابس . وحتى الأحواض القارية الداخلية كانت حتى فى أواسط عصر البلايوسين مليئة بالمياه مكونة لبحار داخلية فسيحة أو بحيرات ضخمة .

وهذا كله يعنى سيادة نظام خاص للدورة الهوائية يختلف عن نظامها الحالى ، وأهم من ذلك أن نظام تلك الدورة كان ضعيفاً . وإذا ما افترضنا إمكانية وجود جبهة قطبية كالتى نعرفها حالياً فى جو الأرض حينذاك ، كان عليها أن تتواجد قريباً من القطب فوق دوائر عرض قصيرة مفتقدة لمعين كبير من هواء بارد . وبالمثل كان على نطاقات هبوب الرياح الغربية ـ إذا كان لها حينذاك وجود ـ أن تقع دانية من القطب (فلون ١٩٦٣) . ونحن لا نعرف آثاراً من هذا أو من ذاك . وبالمثل نحن لا نعرف دلائل من ذلك العصر لنطاقات ضغط مرتفع شبه مدارية واضحة . والأمثلة التى سبق أن أوردناها من فترات بورديجال Burdigal وتورتون Torton وبونت Pont فى وسط أوربا، تشير إلى أن رياحاً منتظمة شرقية شبيهة بالتجارية (أغلب الظن أنها كانت ضعيفة) كانت

تسود الأرض من خط الإستواء إلى داخل العروض الوسطى ، وهو وضع يناسب الصورة الحرارية « للأرض المدارية القديمة » التى اتسعت وامتدت تجاه القطب .

ولا شك أنه كانت توجد مناطق صحراوية مدارية آنذاك ، ولكنها كانت أكثر ارتباطاً بالجهات الداخلية والسواحل الظليلة Lee من القارات ، منها بنطاقات الضغوط المرتفعة المستقرة . وفضلا عن ذلك فإنه من الممكن هنا وهناك فى مجال هبوب هذه التيارات الشرقية العامة أن تنشأ مناطق جافة وصحراوية على الجوانب الظليلة Lee - sides من كل نطاق جبلى ، وفى نفس الوقت مناطق مطيرة أو غزيرة المطر على الجوانب المواجهة للرياح المطيرة Luv - sides من تلك النطاقات الجبلية ، مثلما يحدث اليوم أيضاً فى نطاق مناخ الرياح التجارية المنتظمة فى المحيط الهادى . فهنا نجد من الممكن حتى فى الجزر الصغيرة جوانب منها رطبة مطيرة ، وأخرى ظليلة « صحراوية » جافة ، نظراً لندرة غزوات الهواء القطبى ، وما يتبعها من إثارة النشاط الإعصارى وتكوين جبهات دافئة فى الغلاف الجوى . هذا وقد كانت الأرض كلها حينذاك ما تزال أكثر « محيطية » منها فى وقتنا الحاضر .

وإذا ما كان التقسيم النطاقى العرضى (بالنسبة لدوائر العرض) « للأرض المدارية » على هذه الحال من الضعف وقلة الوضوح ، فإننا نتوقع اضمحلال بواعث هبات الرياح فى إتجاه طولى meridional على نطاق واسع .

وكمثل حال التباين الإقليمى كان الوضع بالنسبة للتمايز الزمنى : فالتحول من مواسم مطيرة إلى أخرى جافة ، كالذى يسود القسم الأكبر من النطاقات المدارية الحالية ، كان أقل وضوحاً منه حالياً . وفى هذا الإتجاه قام روتى Rutte (١٩٥٦ _ ١٩٦٣) وتلاميذه بأبحاث مثمرة لفترتى سارمات Sarmat وبونت Pont فى تكوينات مولاسى Molasse المياه العذبة فى جنوب ألمانيا . فأشجار الإسفنددان كانت حينذاك تنفض أوراقها بانتظام خلال العام كله ، بينما نجد فى وقتنا الحاضر نفس الفصيلة الشجرية أو أقرب الأنواع الشجرية إليها تنفض أوراقها موسمياً بسبب تغير الحرارة أو الرطوبة على حد سواء. وبعض أنواع القشريات (السرطان القشرى) التى تتكاثر اليوم سنوياً باستمرار ،

والتى لهذا تتميز حفرياتها بطبقية موسمية ، ومن ثم تتخذ مشيراً حفرياً ممتازاً للتغيرات الفصلية ، لا نجد بقاياها من ذلك العصر تتميز بتلك الصفة . ومثل هذا ينطبق على كثير من الأحياء التى ترجع إلى ذلك العصر والتى تتصف الآن بنظام حياة فصلية واضح .

وتتفق كثير من الشواهد البيولوجية التى أوردها روتى Rutte مع الصورة التى وصفناها : فدرجة حرارة المياه على مدار السنة كانت عالية ومتجانسة إلى حد كبير . ومما تجدر ملاحظته أن تلك المشاهدات ترجع إلى أواخر عصر « الأرض المدارية القديمة » . وقد أكد روتى Rutte ، ومعه كل الحق ، أنه لا يوجد على وجه الأرض حالياً مثيل لتلك الظروف المناخية التى سادت جنوب ألمانيا آنذاك ، لا فى النطاق المدارى ولا فى النطاق دون المدارى .

وعلى العموم كان النطاق الحار الواسع الأرجاء أثناء عصر « الأرض المدارية القديمة » يتسم مكانياً وزمنياً بالإنتظام والتناسق فى كل عناصر طقسه ، بعكس النطاق المدارى ودون المدارى الحالى الأضيق منه رقعة ، والذى يتسم رغم انكماش مساحته بالتباين والتغير المناخى ولذلك فقد استطاع كثير من أشكال الحياة البقاء أثناء عصر « الأرض المدارية » خلال فترات جيولوجية طويلة دون تغيرات جوهرية . ويمكننا أن نشاهد مثيلا لتلك التغيرات المناخية غير الواضحة فى الجزر المحيطية ابتداء من خط الإستواء حتى عروض عليا .

د ـ التمايز النطاقى لنظام الدورة الهوائية فى عصر البلايوسين :

بالنظر إلى الشكل رقم (١) يتضح لنا أن عصر البلايوسين كان جافاً فى الهامش الشمالى للصحراء الكبرى . بينما كان رطباً باستمرار فى هامشها الجنوبى . وقد أتى التحول المناخى المزدوج فى فترة فيلافرانكا Villafranca بتغيرات جوهرية فى ظروف شمال الصحراء وفى جنوبها أيضاً . ففى الشمال بدأت سلسلة تتابع الفترات المطيرة التى كانت فى جوهرها ذات ارتباط وثيق بالفترات الباردة ، ومن ثم يمكننا أن نطلق عليها تعبير « فترات المطر القطبية » .

أما فى جنوب الصحراء فقد بدأت فترة جافة طويلة لم تنته إلا فى البلايوستوسين الأعلى (الحديث) حين ظهرت فترة رطبة واضحة ذات طبيعة « إستوائية » . وتنبغى الإشارة هنا إلى أن أصل نشأة فترة الرطوبة التى حدثت فى البلايوسين فى جنوب الصحراء يختلف بعض الشيء عن هذا النمط الإستوائى الذى أشرنا إليه.

وفى غضون عصر البلايوسين تراجع الهامش الشمالى من النطاق المناخى الحار « للأرض المدارية القديمة » فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية من حوالى ٦٠° شمالا إلى نحو ٤٥ ـ ٥٠° شمالا . ويبدو أن نفس هذا التغير قد حدث أيضاً فى النصف الجنوبى . هذا الإنكماش الذى إعترى النطاق الحار قد صحبه على ما يظهر تحول فى التركيب الداخلى فى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى .. فقد حدث تمايز إلى نطاقات أدق وضوحاً وتحديداً .

ويمكننا أن نتصور الآتى على وجه التقريب : بنفس القدر الذى كان ينكمش به هامش النطاق المدارى ، كان التبريد يزداد فى القلنسوات القطبية ، وفى نفس الوقت كانت مساحاتها تتسع باستمرار ، وبالتالى كانت تدفع « بالجبهات القطبية » التى تقع على تخومها والتى كانت تزداد قوة ، صوب خط الإستواء ، ومن ثم كانت تزداد قرباً منه . وكلا الطرفين عملا على تقوية الإنحدار الحرارى العام ، ومن ثم تقوية التمايز النطاقى للضغط .

وفى البلايوسين الأسفل تكون أولا نطاق جاف فى الهامش الشمالى من الصحراء .. ولقد نرى فى هذا النطاق بداية تكوين نطاق ضغط مرتفع دون مدارى ، ذلك النطاق الذى أخذ خلال البلايوسين الأوسط والأعلى يتسع صوب الجنوب ، حتى وصل فى فترة الإنتقال بين البلايوسين والبلايوستوسين إلى موضع عروضه الحالية فيما بين ١٨ ـ ٣٣° شمالا . ولكن فى أثناء فترة أستى١٨٦١ الأعلى وأوائل فيلافرانكا لم يكن قد اتصل به بعد من جهة القطب مناخ البحر المتوسط (كما فى وقتنا الحاضر) الذى تسوده شتاء هبات الهواء القطبى . ولم يكن بلى ذلك (صوب الشمال) نطاق مناخ الرياح الغربية المعتدل الممطر صيفاً . بل أكثر من ذلك كان مناخ وسط أوروبا فى فترة فيلافرانكا ما يزال شبه مدارى حار ، وتتابع فيه حدوث مناخ الإستبس الجافة ومناخ الغابات

الرطبة ، ولكنه لم يكن يتعرض لغزوات الهواء القطبى إلا قليلا . ولم يكن شتاؤه بارداً بعد . وفى تلك الفترة نجد بدايات ضعيفة نوعاً للتجوية الميكانيكية ولعمليات التعرية النهرية وتكوين الأودية .

وعلى العموم يمكن القول بأن التمايز المناخى النطاقى الذى ابتدأ بالفعل فى عصر البلايوسين قد استمر وازداد وضوحاً فى القسم الأول من فترة فيلافرانكا ومع ظهور وتكوين نطاق الضغط المرتفع دون المدارى ، نشأت الصحراء الكبرى الافريقية مبتدئة من الشمال كنطاق جاف مغلق . وهذا لا ينفى أن أجزاء من الصحراء كانت قبل ذلك تتصف أحياناً بمناخ « حار جاف » ، ولكنه لم يكن يصل فى تطرفه للمناخ الصحراوى السائد فى وقتنا الحالى(Schwarzbach1953) . ومن المحتمل أن النطاق المدارى المطير الذى ضاقت رقعته نتيجة لنشوء الصحراء قد كسب فى نفس الوقت الصفات المثالية للنطاق المدارى الحالى، وذلك بسبب التتابع الفصلى الواضح فى هبوب الرياح التجارية والغربية ، وما تبع ذلك من تعاقب فصلى المطر والجفاف .

(هـ) ظهور الدورة الهوائية وعدم انتظام تتابع الفترات المطيرة الصحراوية فى البلايوستوسين :

فيما بين فترتى التدهور (التبريد) المناخى الأولى فى مرحلة الانتقال بين أستى وفيلافرانكا ، والثانية فى بداية أقدم فترة باردة بلايوستوسينية (حوالى الجزء الأخير من فترة فيلافرانكا) تقع فترة دفيئة طولها بين ٢٠٠,٠٠٠ ـ ٣٠٠,٠٠٠ سنة . وينبغى أن نشير هنا إلى أن الوصول إلى ما يقرب من المستوى الحرارى الذى نجده فى الفترات الدفيئة (غير الجليدية) التالية ، وفى عصر الهولوسين فى وسط أوربا ، لم يحدث فى بداية هذه الفرة الزمنية وإنما فى نهايتها . ولم تكن سوى العوامل المناخية المرتبطة بالاشعاع الشمسى هى التى كانت (أثناء تلك الفترة الدفيئة) تماثل شبيهاتها فى الوقت الحاضر . أما العوامل الأرضية فقد كانت مختلفة تمام الاختلاف عنها فى عصرنا الحالى . كما وأن التدهور المناخى تجاه أول فترة باردة قد حدث تحت ظروف مغايرة . ونحن لا نعرف حتى

الآن آثاراً مؤكدة لجليد فترة ما قبل جونز Pre - Guenz الباردة ، كما وأننا نفتقر إلى وجود آثار واضحة لفترة جونز ذاتها فى كثير من المناطق ، فهى فى هذا دون غيرها من الفترات الجليدية اللاحقة . ومعروف أن تراكم الجليد فوق مساحات كبيرة وبكميات ضخمة هو بلا شك نتاج لتأثيرات مناخ الفترة الجليدية .

وبازدياد شدة التأثير على هذا النحو فقد تبعه فى الفترات الباردة تشكيل جديد للدورة الهوائية . فالجبهة القطبية فى نصف الكرة الشمالى التى كانت تمتد إلى حوالى دائرة العرض ٦٠° شمالاً ، والتى تصل اليوم إلى حوالى ٤٥° ـ ٥٠ شمالاً ، تقدمت حتى وصلت إلى ما يقرب من دائرة العرض ٣٠ شمالاً ، ووصلت بذلك على امتداد طولى إلى ما يقرب من محيط دائرة عرضية كبيرة . وقد نتج عن ذلك أن تضخم مخزن الهواء البارد للقلنسوات واشتد تبريده حينذاك، كما أن الطبقة السفلى من التروبوسفير ، كانت تتكون فى الشتاء الشمالى مما يقرب من ٣٠ ٪ من كتل هوائية كانت تهبط درجة حرارتها من درجة التجمد إلى ما دونها بكثير . ويظن أن مثل هذا التبريد بتلك الأبعاد قد حدث فى جو الأرض منذ نحو ٢٠٠ مليون سنة ، ولربما لم تقم هذه الحال على وجه الأرض من قبل إطلاقاً .

وتأثير هذا التبريد الشديد على الدورة الهوائية كان ينبغى أن يمارس فعله على النحو الآتى : بسبب استمرار تقدم كلا الجبهتين القطبيتين تراجعت نطاقات المناخ الحار نحو خط الاستواء ، وازداد التمايز فى الحرارة وفى الضغط ، ومن ثم اشتد ساعد متوسط سرعات الرياح ، وأصبحت لذلك نطاقات الضغط المرتفع دون المدارية ونطاق الضغط المنخفض الإستوائى أكثر وضوحاً رغم انكماشها .

وقد اتبع هذا التأثير بتأثير آخر : فمن مخازن الهواء البارد التى عظمت ضخامتها ، خصوصاً من مخزن النصف الشمالى من الكرة الأرضية الغنى باليابس ، كانت تندفع مع اشتداد انحدار الضغط فى كثير من الأحيان ألسنة عملاقة من الهواء البارد نحو خط الاستواء . وقد كانت الجبهة القطبية تبدو

حينئذ فى صورة شديدة التسنن . وكانت ألسنتها تقطع نطاق الضغط المرتفع دون المدارى ، خصوصاً فى الشتاء الشمالى ، إلى خلايا (قطاعات) منفردة . وقد كانت هبات الهواء البارد تنجح ، بصورة أكثر تكراراً ووضوحاً منها اليوم ، فى الوصول إلى داخل النطاق المدارى كأعاصير مطيرة . وباستمرار اشتداد التمايز فى نطاقات الضغط تحللت النطاقات المناخية الحارة بواسطة اشتداد ظهور الدورة الهوائية الطولية Meridional Circulation التى شرحها فلون Flohn (١٩٥٢ ، ١٩٦٣) وغيره (مثل بوسر Poser ، ١٩٥٣) أثناء الفترات الباردة .

ونأتى فى النهاية إلى مسألة عدم الانتظام فى تتابع فترات المطر فى شمال الصحراء وفى جنوبها . وهنا ينبغى لنا أن نستطرد بعض الشىء لتفهم هذه المسألة. لم تأت الصورة التى على أساسها تمكن فلون Flohn وبوسر Poser (١٩٥٣ ، ١٩٦٥) وجودة (١٩٦٢ و ١٩٦٦) وغيرهم من الكشف عن هيئة مناخ فترة الفورم إلا فى البلايوستوسين الحديث . ومن ثم فإنه يجب أن تكون هناك خصائص معينة لصورة « مناخ العصر الجليدى » ممثلة فى فترة الفورم قد تطورت ونمت تدريجياً أثناء عصر البلايوستوسين كله ، ثم اكتملت أخيراً فى فترة الفورم . ولا شك أن تلك الخصائص قد ظهرت وتبلورت نتيجة لعوامل مؤثرة معينة .. فأى العوامل كانت هذه ؟ .. لاريب أنها كانت أرضية النمط على الخصوص . وهنا يمكننا أن نتقدم بأربعة من تلك العوامل الأرضية نجدها ذات ارتباط وثيق ببعضها ، وتوضح خصائص صورة مناخ العصر الجليدى .

العامل الأول : استمرار ارتفاع الجبال فى الزمن الرابع :

تشد المسطحات المائية المحيطية من أزر أنماط الدورة الهوائية النطاقية (العرضية) ، بينما يساعد اليابس ، خصوصاً سلاسل المرتفعات التى تمتد من الشمال إلى الجنوب ، فى بعث أنماط الدورة الهوائية الطولية ، هذه الاختلافات لا يمكن أن تكون ذات تأثير فعال كامل ، منذ نشوء الدورة الهوائية العامة ، إلا حين ظهور أنماط الدورة الهوائية الطولية ، أى بحلول فترات البرودة فى الزمن الرابع . ومثل هذه الأنماط من الدورة الهوائية الطولية من الممكن أن تنمو وتنتشر

بصورة أوضح فوق نصف الكرة الشمالي الغنى بيابسه . وقد ازداد هذا التأثير على مدى فترات الزمن الرابع .

وهناك من الشواهد (لكنها قليلة) ما يشير إلى أن بعضاً من الجبال لم يبرز بالرفع إلا قليلاً قبل البلايوستوسين الأسفل ، أى أن تلك الجبال كانت قبله منخفضة عنها فى وقتنا الحاضر . ولكننا نعتبر هذا العامل (وهو استمرار رفع الجبال أثناء الزمن الرابع) أضعف العوامل الأربعة ، وأقلها أهمية فى تحديد خصائص مناخ العصر الجليدى ، نظراً لأنه لم يرق إلا لمرتبة الافتراض أو الاحتمال ، وذلك لصعوبة العثور على شواهد أكيدة تعزز حدوث رفع ذى بال .

العامل الثانى : تكوين الغطاءات الجليدية فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية :

لم يصحب فترات ما قبل جونز الباردة تكوين غطاءات جليدية ضخمة فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية ، سواء كانت العلة فى ذلك ضعف نسبى فى رفع كثير من الجبال ، أو كانت ترجع لأسباب مناخية (مثال ذلك قلة فى انخفاض خط الثلج) . وفى فترة جونز تكون قسم عظيم من غطاء جليد النصف الشمالى الذى اتسع وبلغ أوجه فى أثناء الفترات الباردة اللاحقة . وكذلك الغطاء الجليدى الجرينلندى العظيم قد اكتمل نموه ، وكان يمتد بارزاً فوق شمال المحيط الأطلسى . ومنه كانت تندفع ـ كاليوم ولكن بصورة أضخم وأكثف ـ كتل هوائية قطبية إلى الجانب الغربى من العالم القديم [1] .

ومن بعد ذلك ، خصوصاً فى فترة مندل (إلستر) ، اكتمل بناء الغطاء

---

(١) بواسطة ازدواج جوار النطاق القطبى (شمال أمريكا الشمالية ـ المحيط القطبى ـ سيبريا) الذى اشتد تبريده بمجالات وصول تيار الخليج الدافىء المسئول عن توريد كميات عظيمة من التساقط (الثلجى) الى ذلك النطاق ، نرى أن الافتراض الآتى قريبا من الصواب ، ومؤداه أن أول تجميد لجزيرة جرينلندا قد حدث قبل نشوء الغطاءات الجليدية الأخرى فوق القارة الأمريكية الشمالية . لكننا نشك فى حدوث مثل هذا التجليد المبكر فى مجال بحر بارينتس الضحل . فبناء على الابحاث التى قامت بها بعثة شتاوفرلاند Stauferland الكشفية ، كان هذا البحر أثناء الزمن

الجليدى الأوربى الشمالى الذى امتد من جزر فرانز ـ جوزيف ـ لاند Franz Josef - Land إلى جنوب أيرلندا فوق مساحة بلغ طولها زهاء ٤٠٠٠ كيلو متر، واتساعها نحو ١٧٠٠ كيلو متر ، وبارتفاع (سمك) بلغ مقداره حوالى ٣ كيلو متر ، وبذلك شمل امتداده المساحة الممتدة من المنطقة القطبية إلى دائرة العرض ٥٢° شمالاً تقريباً . ومن ثم فقد تحلل نطاق هبوب الرياح الغربية ، ونطاق الضغط المرتفع دون المدارى أثناء الفترات الباردة ، وذلك بواسطة غزوات الهواء البارد بدرجة لم تحدث من قبل على وجه الأرض .

العامل الثالث : الانخفاض الايوستاتى التدريجى لمنسوب البحار العالمية أثناء فترات الدفء فيما بين الجليد :

وهناك عامل ثالث عمل على تقوية هذه الدورة الهوائية الطولية التى كانت تزداد وضوحاً من فترة جليدية لأخرى فوق النصف الشمالى من الكرة الأرضية ، هذا العامل يتمثل فى الهبوط الإيوستاتى التدريجى المستمر فى مستوى مياه البحار العالمية فى غضون الزمن الرابع ، نتيجة للنمو التدريجى الدائب للغطاءات الجليدية أثناء الفترات الباردة .

= الثالث كله أرضا يابسة ثم غمرته المياه نتيجة لهبوط تكتونى فى فترة سبقت جليد البلايوستوسين (Wirthmann ١٩٦٢) واذن فمتى تحول هذا البحر الذى كان آخذا فى الهبوط التكتونى الى أرض يابسة مرة أخرى مع الانخفاض الايوستاتى العالمى على مر فترات عصر البلايوستوسين، وأصبح بذلك رصيفا أرضيا صالحا لتراكم غطاء جليد داخلى ! هذا التوقيت لم يثبت بصورة مرضية حتى الآن . وعلى العكس من ذلك أمكن على وجه التأكيد اثبات أن بحر بارينتس فى فترة فورم الباردة كان يحمل ، من هامشه الشمالى (سبتس بيرجين ـ فرانس ـ جوزيف ـ لاند) حتى حوافه الشرقية (نوفايا زيمليا غطاء جليديا بلغت مساحته نحو ٨٠٠,٠٠٠ كم ٢ (بيدل ١٩٦٢) . وإذا ما افترضنا سمكا لهذا الغطاء مقداره فى المتوسط ٥٠٠ متر ، فأن ذلك يعنى قدرا من الجليد يصل إلى نحو ٤٠٠,٠٠٠ كم ٣ أو ٣٦٠,٠٠٠ كم ٣ من الماء وهذا القدر يقابل ارتفاعا (أو انخفاضا) فى منسوب المحيطات العالمية مقداره مترا واحدا .

وقد كانت البحار الضحلة (الرَّفّية Shelf - seas) التى أضحت أرضاً يابسة أثناء فترة الفورم (كبحر باريتس Barents - Shelf - sea) بل أصبحت أثناءها تمثل درعاً جليدياً سميكاً ، كانت أثناء الفترات الباردة الأقدم ما تزال مسطحات مائية بحرية ، ومن ثم كانت تناسب وجود الدورة الهوائية النطاقية. وبسبب قلة اتساع وامتداد القلنسوات القطبية الباردة أثناء القسم الأسفل من عصر البلايوستوسين ، كانت مياه البحار العالمية المرتفعة المنسوب أكثر حرارة ، يستوى فى ذلك مياه المحيط العميقة الباردة ، ومياه التيارات المائية البحرية السطحية الباردة، تلك التيارات التى تستمر فى الشكل والتكوين فيما يسمى الآن بتيارى همبولت وبنجويلا الباردين اللذين ينتهيان إلى التيار الاستوائى الجنوبى فى المحيطين الهادى والأطلسى »[(١)] .

وينبغى أن نشير إلى أهمية تأثير تكوين القلنسوة الهوائية القطبية فوق القارة القطبية الجنوبية . فقد تبع تكوينها نشوء الغطاء الجليدى الضخم الذى عزز وقوى بدوره من بناء القلنسوة الهوائية الباردة . ومن هوامش تلك القلنسوة الهوائية الباردة تصدر الكمية الهائلة من المياه العميقة الباردة فى المحيطات الثلاثة الهادى والأطلسى والهندى . وإذا ما حدث وذاب الجليد المتراكم فوق اليابس حالياً ، فإن منسوب البحار العالمية يرتفع اليوم بنحو ٦٦ متراً (هوينكز Hoinkes ١٩٦١ ، وفلون ١٩٦٣) ، ويدخل فى هذا الرقم حساب انتشار واتساع المسطحات البحرية العالمية بواسطة الطغيان على الأراضى اليابسة المنخفضة .

ومع ارتفاع حرارة مياه المحيطات فى الفترة التى سبقت تكوين الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى ، كان ينبغى أن يرتفع منسوب البحار العالمية بنحو ٧٠ متراً (مقابل ٦٦ متراً فى وقتنا الحاضر إذا ما ذاب الجليد الحالى) ، وذلك بسبب تغير كثافة مياه البحر وحدها (أنظر هامش ١) وإذا ما افترضنا أنه فى

---

(١) يرى فلون (١٩٦٣) أنه بارتفاع حرارة البحار العالمية آنذاك بمقدار ٥ درجة مئوية ، ارتفع منسوب تلك البحار بمقدار ٢,٦٦ متر وذلك بسبب تغير كثافة المياه وحدها . وحينما تأخذ درجة حرارة المياه العميقة فى البحر المتوسط كأساس لحساب حرارة المحيطات العالمية كلها حينذاك ، فأننا يمكن أن نتوقع أرتفاعا فى منسوبها العام يصل الى ٥ متر .

أوائل عصر البلايوستوسين ، قبل حلول أول فترة باردة ، كانت أيضاً كل الثلاجات والغطاءات الجليدية الداخلية (خصوصاً غطاء جرينلندا) ليس لها وجود بعد ، فإن ذلك يعنى ارتفاعاً آخر لمنسوب المحيطات مقداره بين ٧ ـ ٨ متر. وحين نعتبر بعضا آخر من الظروف الثانوية ، فإن مقدار الارتفاع فى منسوب البحار العالمية يصل إلى ٧٥ متراً على الأقل ، وذلك أثناء الفترة التى سبقت تكوين الغطاءات الجليدية فوق اليابس .

والسؤال الآن : متى اكتمل تكوين الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى ، ذلك الغطاء الذى يعتبر منذ تكوينه السبب الرئيسى فى الهبوط الإيوستاتى لمنسوب البحار العاملية ؟ .

العامل الرابع : تكوين الغطاء الجليدى فوق القارة القطبية الجنوبية :

وهنا يستدعى الأمر أن نتساءل : فى أى وقت ارتبطت الحقيقة المعروفة الخاصة بالهبوط الإيوستاتى التدريجى لمنسوب البحار العالمية فى غضون عصر البلايوستوسين ببناء الغطاءات الجليدية الداخلية خصوصاً الغطاء الأنتاركتيكى ؟. لقد تحقق وجود المناسب البحرية العالية القديمة على الخصوص على سواحل البحر المتوسط ، كما ثبت وجودها على سواحل البحر الأحمر وسواحل أخرى فى جنوب اسيا ، وكذلك على السواحل الأطلسية لغرب أوربا وأمريكا الشمالية ، أى فى نطاقات تأثرت على الأقل جزئياً بحركات رفع ساحلية واضحة المعالم فى الماضى الجيولوجى القريب . ونحن لهذا السبب نستبعد أقدم تلك المناسيب الممثل فى الرصيف الكالابرى (فيلافرانكا) من هذه الدراسة . فهو يقع غالباً على ارتفاع نحو ١٨٠ متراً فوق منسوب البحر الحالى ، لكنه فى معظمه من حيث الشكل والنشأة يمثل سطوحاً قديمة رفعت تكتونياً ، وهو يمتد وراء سواحل كالابريا فوق أشرطة فسيحة من اليابس . ويبدو لنا أن هذا المستوى لا يمثل منسوب البحار العالمية ، حتى بالنسبة لأوائل عصر البلايوستوسين (أنظر جودة ١٩٦٦ ص ٢٩٦) ، وقد استبعده شفارتزباخ Schwartzbach (١٩٦٦) أيضاً فى أبحاثه من نظام الأرصفة البحرية الإيوستاتية التابعة لعصر البلايوستوسين

.وتبدأ سلسلة المناسيب البحرية البلايوستوسينية فى رأينا بالرصف الصقلى الذى يحدد معالم منسوب البحار العالمية عند منسوب حوالى ١٠٠ متر لفترة دفيئة سابقة لفترة جونز الباردة . وقد أمكن بواسطة الرصيف الميلازى تحديد منسوب البحار العالمية لفترة جونز ـ مندل الدفيئة بارتفاع ٦٠ متراً فوق منسوبها الحالى . أما منسوب البحار العالمية فى فترة مندل ريس الدفيئة الطويلة فيحدده الرصيف التيرانى رقم (١) على ارتفاع يتراوح بين ٢٨ ـ ٤٠ متراً . ويحدد رصيف موناستير أو التيرانى رقم (٢) الذى يقع على ارتفاع يتراوح بين ١٨ ـ ٢٠ متراً ، المنسوب العالمى للبحار فى فترة ريس ـ فورم الدفيئة .

ومن الطبيعى أن تقع هذه المناسيب العالية دائماً فى الفترات الدفيئة . وهذه الفترات الدفيئة البلايوستوسينية تتفق مع بعضها وتتماثل فى معدلاتها الحرارية ، وأيضاً مع المعدل الحرارى لعصر الهولوسين . وعلى الرغم من ثبوت هذه الحقيقة فإن الفترات الدفيئة القديمة كانت تصاحبها مناسيب أعلى للبحار العالمية . بمعنى أن منسوب البحر كان ينخفض باستمرار بتوالى الفترات الدفيئة برغم تماثلها جميعاً فى المعدل الحرارى . فمنسوب البحر فى الفترة الدفيئة الحالية أدنى منه فى فترة الدفء السابقة (ريس ـ فورم) ، ومنسوب البحر فى الأخيرة كان أدنى من منسوبه فى فترة مندل ـ ريس .

وقد افترض الباحثون لتفسير هذه الظاهرة أسباباً تكتونية فى الأغلب الأعم. مثال ذلك تفسير يقول بانخفاض تدريجى فى قيعان البحار العالمية أثناء عصر البلايوستوسين . ونحن نرى أن مثل هذا الافتراض يصعب تفسيره ميكانيكياً ؛ وليس هناك من شاهد أو دليل قوى يسنده . بل على العكس من ذلك فنحن نصادف ظروفاً تعززها الأدلة ضد هذا الرأى . فإن هبوط منسوب مياه البحار العالمية بانتزاع مياهها بالتبخير ثم التساقط الثلجى والتراكم الجليدى فوق اليابس أثناء عصر البلايوستوسين هو بمثابة حقيقة لا مراء فيها . وهذا يعنى بطبيعة الحال تخفيف الثقل على القيعان المحيطية . وهذا الثقل المزاح وإن كان صغيراً نوعاً (١٥ ـ ٢٠ فى الألف) وبالتالى قد لا يكون ذا تأثير بين ، إلا أنه يعنى

على الأقل عدم حدوث ضغط أيزوستاتى على القيعان البحرية العالمية [1] .

وإذا ما افترضنا حدوث هبوط فى القيعان المحيطية العالمية أثناء عصر البلايوستوسين لأسباب أخرى تكتونية خالصة ، فإن هذا الهبوط التكتونى كان ينبغى أن يصيب النطاقات الساحلية أيضاً . وهنا ينعدم وجود أية اثار أو أدلة فى تلك الأرصفة البحرية العالية تشير إلى حدوث هبوط تكتونى لها .

ولهذا وغيره فإنه يبدو لنا أنه من الأوفق ترجيح نظريتنا الآتية :

إن استمرار نمو بناء الغطاءات الجليدية الضخمة فى غضون عصر البلايوستوسين ، خصوصاً الغطاء الجليدى فوق القارة القطبية الجنوبية ، هو المسئول عن الهبوط التدريجى لمناسيب البحار العالمية أثناء الفترات الدفيئة . ومقدار الانخفاض فى مستوى البحار العالمية وقدره ٧٥ متراً ، الذى حسبناه لتكوين هذه الغطاءات الجليدية ، ينفق إلى حد كبير ويتناسب بصورة مرضية مع مقدار الإنخفاض المشاهد حقيقة (على أساس عدد ضخم من الملاحظات والدراسات الفردية المتفقة مع بعضها) وقدره حوالى ١٠٠ متر منذ فترة تكوين الرصيف الصقلى ، و ٦٠ متراً منذ فترة تكوين الرصيف الميلازى .

وبناء على ذلك يصح لنا أن نرجح أنه فى الفترات الدفيئة التى سبقت الجونز لم يكن للغطاءات الجليدية الكبيرة وجود بعد ، وأنها بالتالى لم تستمر من

---

(١) لقد حدث ضغط أيزوستاتى بواسطة ثقل الغطاءات الجليدية على أساسها اليابس . وكرد فعل لهذا الضغط الايزوستاتى أرتفع المحيط الهامشى للغطاءات الجليدية بعض الشيء . وأحيانا كان هذا يتناول أيضا منطقة بحرية . وهنا نشير إلى أن الوزن النوعى للجليد يعادل ٣٣٪ من الوزن النوعى لمعظم الصخور السيالية . ونظرا للزوجة الجليد فان قسما منه فقط هو الذى يتحول الى ضغط حقيقى على الأساس الصخرى (فى المتوسط حسبما شوهد فى اسكنديناوه وأمريكا الشمالية حوالى ١٥ ٪) . ولنفس الأسباب كان مقدار الرفع المعاصر له لهوامش الجليد درنه فى الدرجة . هذه الهوامش الجليدية لم تكن تحتوى على سوى قسم يسير من القيعان البحرية . وفضلا عن ذلك فإن كل هذه الحركات الايزوستاتية كانت تتعادل مرة أخرى أثناء الفترة الدفيئة اللاحقة عن طريق حركات عكسية . ولهذا فان التأثير النهائى لفعل حركات التوازن الجليدية يصبح طفيفا (ويمكن اهماله) على المنسوب العالمى للبحار بالنسبة لفعل الهبوط الايوستاتى على ذلك المنسوب .

فترة باردة سبقت الجونز إلى فترة دفيئة سابقة له أيضاً ، وعلى الخصوص بالنسبة للقارة القطبية الجنوبية .

ولقد صحب فترة جونز تكوين أولى الغطاءات الجليدية الضخمة خصوصاً فوق أمريكا الشمالية وجرينلندا ، حسبما تدل على ذلك آثار تلك الفترة . ويصح لنا ، والحالة هذه ، تفسير المنسوب ٦٠ مترا للبحار العالمية فى الفترة الدفيئة التالية، وهى فترة جونز ــ مندل (الرصيف الميلازى) بافتراض استمرار وجود الغطاء الجليدى الجرينلندى ، منذ تلك الفترة بشكله ومحتواه الحالى (٧٥ متراً للمنسوب السابق للبحر مطروح منها ٧ ــ ٨ متراً لتكوين الغطاء الجليدى الجرينلندى بالإضافة إلى ظروف ثانوية ٦٥ متراً) . وفى نفس الوقت ينبغى لنا افتراض عدم تكوين غطاء جليدى ذى أهمية فوق القارة الأنتاركتيكية ، أو على الأكثر مجرد بداية لتكوينه .

وعلى العكس من ذلك ينبغى لنا أن نرتضى افتراض تكوين ما يقرب من نصف جليد القارة الانتاركتيكية لتفسير انخفاض مستوى البحار العالمية إلى منسوب ٤٠ متراً ثم إلى ٢٨ متراً أثناء الفترة الدفيئة العظيمة التالية مندل ــ ريس (الرصيف التيرانى رقم ١) . وقد استمر بناء هذا الغطاء الجليدى حتى أصبح حجمه فى غضون فترة إيم الدفيئة (الرصيف التيرانى رقم ٢ أو الرصيف الموناستيرى) يناهز حجمه الحالى ، وبالتالى أضحى منسوب البحار العالمية آنئذ يدانى منسوبها فى وقتنا الحاضر .

والآراء المعارضة التى يمكن أن تقف فى سبيل صحة نظريتنا هذه الخاصة بتأخر تكوين الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى ليس لها فى اعتقادنا وزن كبير . من ذلك اكتشاف ركامات « أقدم » توجد أمام هامش جليد منطقة مضيق Mc - Murdo أرجعها البعض لفترة مندل الجليدية عن طريق موازاتها بركامات مشابهة فى مناطق الجليد الأخرى ، وهذا ما لا يمكن قبوله بالنسبة للقارة القطبية الجنوبية (قارن Hoinkes ١٩٥٦) ولما كان أوج أقدم جليد أنتاركتيكى (أكثر سمكاً من الجليد الحالى بمقدار يتراوح بين ٣٠٠ ــ ٨٠٠ متر) أمكن الاستدلال عليه بلا شك أو اعتراض ، يرجع إلى فترة إيم على الأرجح ، فإن

تصور إثبات بقاء ركامات أقدم منه صنعب للغاية .

وحينما يقول فلينت Flint (١٩٥٧) بأن درجات حرارة مياه قاع المحيط الهادى آخذة في الانخفاض التدريجي البطيء منذ أواسط الزمن الثالث (هذا إذا صح تأريخ رواسب القاع المحيطي العميق) فإننا لا نرى في ذلك دليلاً على أن « جليد القارة القطبية الجنوبية قد بدأ في التكوين في عصر سابق للزمن الرابع ، في المايوسين (!!) أو البلايوسين » . ذلك أنه أيضاً في وقتنا الحالي لا تصدر المياه العميقة الباردة الواردة من المناطق القطبية من مياه عذبة باردة نابعة من جليد الثلاجات والجبال الجليدية المنصهر ، تلك المياه التي نظراً لقلة محتواها من الأملاح تتدفق على السطح ، وإنما تصدر في الواقع من عملية تبريد المياه السطحية المحيطية في أوائل الشتاء خارج حدود الجليد الحزمي (وخارج هوامش الغطاءات الجليدية أيضاً) ، وهذا ما استطاع فوست Wuest (١٩٢٨) إثباته بالنسبة للقارة القطبية الجنوبية ، وبالنسبة للمحيط المتجمد الشمالي تلعب نفس الأحداث دورها (بالمثل بعيداً عن كل مناطق الجليد الموردة للجبال الجليدية) في أوائل الشتاء على البحار الضحلة (الرّفية) خصوصاً من الساحل الشمالي لآسيا .

والنظرية التي يمكن أن ننظر إليها بعين الاعتبار هي نظرية فيربريدج Fairbridge (١٩٦١) ، التي ترى أن الغطاء الجليدي الأنتاركتيكي قد بدأ في التكوين التدريجي فيما قبل جونز Pre - Guenz ، وهي النظرية التي لم تسلم من النقد الشديد من جانب فلون (١٩٦٣) .

من ذلك يتضح أن الأراء المناقضة لنظريتنا مردود عليها ولا تقف على قدم. ونحن نرى ، من ناحية أخرى ، أن نظريتنا من القوة بحيث تغنينا عن التعرض لذكر النظريات المساعدة التي تفتقر إلى معين كاف من الأدلة والمشاهدات المحسوسة . وهي فضلاً عن ذلك ، بموازاة فحواها بالانخفاض في المنسوب البحري العالمي ، لا تقف متعارضة مع أي من نتائج الأبحاث الحديثة في القارة الأنتاركتيكية (قارن Hoinkes ١٩٦٧) بل إن كثيراً من النتائج الهامة التي أمكن الوصول إليها هناك تعززها وتشد من أزرها . وهنا نورد بعضاً من

النتائج الرئيسية التى تقف بجانب نظريتنا .

فقد تبين أن الأساس الصخرى الذى يرتكز عليه الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى يقع أعمق بكثير مما كان يفترض له . فهو يقع « فى أصقاع فسيحة من أرض القارة القطبية الجنوبية قرب منسوب البحر الحالى ، بل إنه جزئياً يقع دون مستوى البحر الحالى بكثير » (أقصى عمق له دون منسوب البحر يبلغ ٢٥٠٠ متر ، هونكيز ١٩٦٧ ص ص ٣٥٩ ـ ٦٣٠) وحينما نبدأ بافتراض مناسب ، ونصحح المقدار الكلى للضغط الأيزوستاتى الحالى على الأساس الصخرى (حسب رأى هوينكيز « بضع مئات من الأمتار » ، وحسب المبدأ المشار إليه فى هامش صفحة ٨١ بين ٤٠٠ ـ ٥٠٠ متر) ، ونهمل أموراً أخرى . ومنها على سبيل المثال أن الكتلة الجبلية الأنتاركتيكية الوسطى لم تصل إلى أوج علوها الحالى (بين ٢٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ متر ، وأقصى ارتفاع لها ٤٥٠٠ متر) بواسطة عمليات الرفع التكتونية إلا فى غضون الزمن الرابع ، حينئذ تبرز الصورة الآتية بالنسبة للفترة الصقلية (ما قبل جونز) حينما كان منسوب البحار العالمية على ارتفاع ١٠٠ متر .

كان القسم الشرقى من أرض أنتاركتيكا منكمشاً ، فقد كان بمثابة هضبة بارزة يبلغ ارتفاعها بين مائة متر وبضع مئات قليلة من الأمتار . وفى نفس الوقت تخلل القسم الغربى من القارة إلى ما يشبه أرخبيلاً من الجزر الصغيرة ؛ كانت تفصله عن قسمها الشرقى ممرات بحرية يصل أقصى عمق لها ٢٠٠٠متر، وفوق هذا الأرخبيل المنبسط كانت تبرز بعض الجبال العالية التى لم تكن حتى فترة جونز تحمل سوى قلنسوات جليدية محلية محدودة (أنظر عاليه) . فتلك كانت نتيجة لأول تبريد شديد أصاب النصف الجنوبى من الكرة الأرضية ، ومن ثم فإن تكوينها قد حدث ، كما هى الحال فى مناطق الجليد الأخرى على وجه الأرض ، فى فترات البرودة الأولى (القديمة) . وحينما نفترض حدوث مثل هذا التبريد الأولى الشديد ، فإنه لا يشترط بالضرورة أن نستنتج حدوث تجليد فورى شديد للقارة القطبية الجنوبية (أنظر فيربريدج ١٩٦١) . أى أنه ينبغى لذلك ، عدا التبريد ، توفر مصدر عزير للتساقط الثلجى .

وللمقارنة : حينما ننظر إلى الأقاليم القطبية الشمالية لا نجد منها اليوم مفروش بغطاء جليدى ـ كما كان حالها أيضاً فى فترة فورم ـ سوى المناطق التى تتداخل فيها باستمرار مع تيار الخليج أعاصير شديدة البأس تجلب معها الثلوج متوغلة فى القلنسوة الهوائية الباردة . وفى وقتنا الحالى نجد فى جرينلندا أصقاعاً فسيحة خالية من الجليد على جانب الجزيرة المواجه لقطب البرودة الكندى القطبى . والقسم الأعظم من الأرخبيل الكندى الذى يقع فى مجال قطب البرودة هذا يخلو اليوم أيضاً من الجليد ، مثله فى ذلك القسم الأعظم من وسط ألاسكا وشمالها المظاهر للبحر أثناء فترة الفورم . ومنطقة قطب البرودة الثانى فى النطاق القطبى الشمالى ومجاله فى شرق سيبيريا يخلو اليوم من الجليد ، وكانت هذه حاله أيضاً وبدرجة أدنى من ذلك أثناء فترة الفورم .

وفى فترة المندل ، على أكثر تقدير ، وصل الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى (عقب استمرار هبوط منسوب البحار العالمية) إلى سمك استطاع معه البقاء والحفاظ على وجوده أثناء الفترات الدفيئة . ومن ثم كان من الصعب فى أثناء الفترات الباردة أن تغزو الأعاصير قلب القلنسوة الهوائية الباردة الأنتاركتيكية التى اشتدت برودتها ، ولهذا لم يكن الغطاء الجليدى ليستطيع النمو إلا فى الفترات الدفيئة . ولقد سبق لنا أن ارتضينا هذه النظرية (جودة ١٩٦٦ ص ١٧٥) التى قال بها باحثون قدماء منهم سكوت R. F. Scott وميناردوس Meinardus (١٩٢٥) . وإذا صحت هذه النظرية فإنه ينبغى ـ كما أكد ذلك أيضاً مورتنسون Mortenson (١٩٥٢) وبحق ـ للغطاء الجليدى الأنتاركتيكى أن يظهر اليوم فى فترة الدفء الهولوسينية ميزاناً موجباً . وهذا بالفعل ما توصلت إليه الأبحاث الحديثة الخاصة بالقارة القطبية الجنوبية (هوينكس ١٩٦٧ ص ٣٩٩) . فقد وجد أن متوسط نمو الجليد يعادل ما يزيد قليلاً عن ٢ سم من المياه فى السنة .

والجانب الموجب من هذا الميزان ، ونقصد به حصيلة تراكم الثلج يتباين فى « الفترة الدفيئة » الحالية من منطقة لأخرى : ففى المناطق الهامشية يتراكم الثلج بمعدل يتراوح بين ٥٠ ـ ٧٠ سم فى السنة ، لكنه يتناقص فوق القطب

الجنوبى نفسه فيصبح بين ٧ ـ ٨ سم فى السنة ، وفى وسط شرق أنتاركتيكا ، وهو أكثر أجزاء القارة ندرة فى وصول الأعاصير يهبط المعدل إلى ٣,٥ سم فى السنة .

وتجدر الإشارة أيضاً إلى حقيقة أن الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى فى فترة الدفء التى أعقبت العصر الجليدى قبل ٦٠٠٠ سنة ، كان أعظم حجماً منه فى وقتنا الحالى (نتائج أبحاث تأريخ بالكربون ١٤) . وفى غضون فترة دفيئة أقدم (لم تتحدد بعد تماماً . يقال إنها الفترة الدفيئة الأخيرة السابقة للفورم ـ أنظر فلون ١٩٦٣) ذات جليد أنتاركتيكى أعظم وأضخم ، كان الغطاء الجليدى فوق القارة القطبية الجنوبية أكثر سمكاً منه حالياً بنحو ٣٠٠ متر فى المتوسط . ويعادل هذا السمك وفق حسابات هوينكس (١٩٦٧) زيادة فى حجم الجليد تتراوح بين ١٥٪ ـ ٢٠٪ من حجمه الحالى . وبافتراض أن التضاؤل السنوى فى حجم الجليد منذ تلك الفترة التى بلغ فيها أوجه سار بمعدل سالب يساوى معدل الزيادة الموجبة السنوية الحالية فى حجمه ، وصل فلون (١٩٦٨) إلى تأريخ هذا الأوج بفترة ايم الدفيئة .

وبدون التعرض لمناقشة هذا الإفتراض المقبول ، فإنه يتفق تماماً مع نظريتنا التى سبق عرضها ، والخاصة بالنمو المتأخر للغطاء الجليدى الأنتاركتيكى ، بل إنه يعزز نتائج دراستنا الأخرى التى نعرضها فى السطور التالية :

لقد وصلت الغطاءات الجليدية القطبية الشمالية فى فترة جونز إلى سمك كبير ، لكنها تعدته فى أثناء فترة مندل إلى أوج لم تتفوق عليه بعد ذلك حتى فى فترة ريس . وقد صحبه نمو عظيم للقلنسوة الهوائية الباردة القطبية الشمالية . واتسع نطاق الجبهة القطبية فتقدمت تقدماً كبيراً نحو الجنوب مصحوبة بغزوات متكررة وكثيرة للهواء البارد حتى إلى المنطقة الإستوائية ، ومثل هذا لم يكن له وجود بعد فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية ، ولهذا فإن خط الإستواء الحرارى ونطاق الضغط المرتفع المدارى ، لم يكونا فى البلايوستوسين الأسفل قد انتقلا بعد إلى موقعهما فى الجانب الشمالى من خط الإستواء ، أثناء البلايوستوسين الحديث وفى العصر الحالى . ويمكن القول عامة أن النطاق الحار

الذى انكمش إنكماشاً كبيراً أثناء عصر البلايوستوسين ، كان يقع تحت تأثير الجبهات القطبية من كلا الجانبين ، وكان فى أثناء ذلك العصر (على عكس الحال فى الزمن الثالث) بمثابة نطاق مضطرب غير مستقر سهل التزحزح والإنتقال .

وابتداء من البلايوستوسين الأعلى (عقب مناسيب البحر ابتداء من فترة مندل ـ ريس الدفيئة) وصل الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى وبالتالى القلنسوة الهوائية الباردة الأنتاركتيكية بالتدريج إلى كامل حجمهما ، وإذا ما كان سمك الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى فى الفترات الدفيئة أكثر من سمكه بعض الشيء فى فترات البرودة ، فإنه لابد وأن مخزن الهواء البارد كان فى أثناء الفترات الباردة أعظم . وحتى فى وقتنا الحالى يتكون أكثر من ٢٥٪ من حجم طبقة التروبوسفير السفلى فوق النصف الجنوبى من الكرة الأرضية فى أثناء الشتاء الجنوبى من كتل هوائية تهبط درجة حرارتها إلى درجة التجمد ، بل وإلى ما دونها بكثير . وقد كان هذا القدر من التبريد أعظم بكثير تحت تأثير ظروف مناخ الفترة الباردة مع وجود ما يقرب من نفس حجم الغطاء الجليدى .

لكن مثل هذه الظروف لم تكن موجودة أثناء الفترات الجليدية الأقدم : فهى قد ظهرت باكتمال بناء الغطاء الأنتاركتيكى فى البلايوستوسين الأعلى . وقد وصل هذا الجليد الأنتاركتيكى إلى أوج نموه واتساعه على ما يبدو فى فترة إيم . وبناء على هذا فقد كان فى بداية فترة فورم أعظم وأضخم منه فى أى وقت منذ بداية عصر البلايوستوسين . وبسبب ذلك حدثت عملية بعث وتنبيه للدورة الهوائية ـ نطاقياً وطولياً ـ شملت أيضاً ولأول مرة النصف الجنوبى من الكرة الأرضية (وقد سبق أن حدث هذا فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية فى البلايوستوسين القديم والأوسط) لدرجة أن كل النطاقات المناخية : هوامش القلنسوة القطبية ، ونطاق « الرياح الغربية الجسورة » ، ونطاق الضغط المرتفع دون المدارى ، ثم النطاق الحار المطير ، قد تزحزحت جميعها وبشدة نحو الشمال . وفضلا عن ذلك فإن هذا التبريد الأعظم الذى لم يحدث مثله للنصف الجنوبى من الكرة الأرضية منذ بداية عصر البلايوستوسين قد صحبه أيضاً أشد تزحزح

صوب الشمال لخط الإستواء الحرارى فوق النصف الشمالى من الكرة الأرضية . وقد ظهر تأثير ذلك فى حدوث فترة مطيرة « استوائية » فى الهامش الجنوبى من الصحراء [1] .

ومع بداية فترة فورم أصبحت غزوات الهواء القطبى من الشمال أشد وأقوى . وهذه قد ولدت فترة « قطبية » فى نفس الوقت على الهامش الشمالى من الصحراء . وكانت هذه الغزوات تستطيع آنذاك الوصول بسهولة إلى النطاق الإستوائى ذاته ، ذلك النطاق الذى تزحزح شمالا مقترباً منها ، وكانت تزيد من التساقط هناك عن طريق تقويتها للأعاصير المدارية . ونحن لهذا نرى فى تأخر بناء الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى السبب الرئيسى فى ظهور فترات مطيرة متعاصرة ، وذات ارتباط ديناميكى ، فى كلا الهامشين الشمالى والجنوبى للصحراء ابتداء من البلايوستوسين الحديث وخصوصاً فى فترة فورم .

وبنهاية فترة فورم اضمحلت مؤثرات الهواء القطبى من نصفى الكرة كليهما . وبعودة اشتداد نطاق الضغط المرتفع دون المدارى إكتمل مرة أخرى اتساع الصحراء الكبرى الجاف . وإذا ما دلت الشواهد على أن الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى قد وصل مرة أخرى إلى سمك عظيم فى فترة الدفء التى أعقبت الجليد ، فإنه من الممكن حينئذ أن نتصور أن تأثيره غير المباشر قد شارك فى ظهور فترة مطر الهولوسين الحديث فى الهامش الجنوبى من الصحراء .

---

(١) هذا التأثير قد شمل فترة ايم على الأرجح بسبب ظاهرة تختص بمنطقة القطب الشمالى : فحسبما يرى فلون (١٩٥٩ ص ٣٨٤) كان المحيط المتجمد الشمالى فى الفترة الدفيئة (ايم) خاليا من الجليد ، وهذا ما دلت عليه أبحاث عينات رواسب القاع العميق من ذلك المحيط . ونظرا لأن القارة القطبية الجنوبية فى تلك الفترة كانت مغطاة بجليد لا يقل حجمه عن جليدها الحالى ، بل يرجح أنه كان أعظم سمكا واتساعا ، فإنه يستلزم والحالة هذه أن كان الفرق الحرارى والديناميكى فيما بين نصفى الكرة الشمالى والجنوبى أعظم منه فى وقتنا الحاضر . ومن ثم فقد تزحزح فى نفس الوقت نطاق التقاء الرياح الاستوائى (الاستواء المتيورولوجى) نحو الشمال فوق النصف الشمالى من الكرة الأرضية أكثر من وقتنا الحاضر .

المراجع

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى . بحث فى الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية .

Backer , J. P. : (1957) ; Diskusionsbermerkungen auf dem 31. Deutschen Geographentag, Wuerzburg .

Balout, L. : (1962) , Pluviaux interglaciares et préhistoires Saharienne. Trav. Inst. Rech. Sah., VIII .

Buedel, J. : (1952). Bericht ueber Klima-morphologische und Eiszeifforschungen in Niederafrica, Erdk. VI .

Buedel, J. : (1955), Reliefgenerationen und Plio-pleistozaener Klimawandel in Hoggar-Gebirge. Erdk. IX .

Buedel, J. : (1956), Sinai die Wueste der Gesetzebildung. Abh. Akad, Raumforch. U. Ld-Plan, Bremer 28 .

Buedel, J. : (1961), Morphogenese des Festlandes in Abhaengigkeit von den Klimazonen. Die Natur wissen. 48 .

Buedel, J. : (1965), Eiszeitalter und heutiges Erdbild, die Umschau, H. 1 .

Butzer, K. W. : (1958), Quaternary stratigraphy and climates in the Near Est. Bonner Geogr., Abhandl., 24 .

Butzer, K. W. : Contributions to the Pleistocene geology of the Nile Valley. Erdk. XIII .

Butzer, K. W. & Cuerda, J. : (1967), Coastal Stratigraphy of Southern Mallorca and ... the Pleistocene chronolgy of the Mediterranean Sea. - J. Geol. 70 .

Choubert, G. : (1957), Essai de corrélation des formations

continentales et marines du Pleistocéne au Moroc. - Note V. Congr. INQUA .

Fairbridge, R. W. : (1962), New radiocarbon dates of Nile sediments. Nature, 196. Nov. 4850 .

Fink, J. : (1962), Die Gliederung des Jung Pleistozaen in Oesterreich. Mitt. geol. Ges. Wien, 54 .

Flint, R. F. : (1957), Glacial and pleistocene Geology. .. New York .

Flint, R. F. : (1963), Pleistocence climates in low Latitudes. Geogr. Review, Jan .

Flohn, H. : (1952), Atmosphaerische Zirkulation und Polaeoklimatologie. Geólog. Rundsch. 40 .

Flohn, H. : (1959), Kontinental - Verschiebungen, Polwanderungen und Vorzeitklimate im Lichte Palaeomagnetischer Messergebnisse, Naturwiss. Rundsch. 12.

Flohn, H. : (1963), Zur meteorologischen Interpretation der Pleistozaenen Klimaschwankungen. Eiszeital. u. Gegenw. 14.

Gellert, J. F. : (1958), Kurze Bemerkungen zur Klimazonierung der Erde ... Wiss. Zschr. Paed. Hochsch. Potzdam, 3 .

Gouda, G. H. : (1962), Untersuchungen an Loessen der Nordschweiz. Diss. Uni. Zuerich. Geogr. Helv .

Graul, H. : (1959), Der Verlauf des glazialeustatischen Meeress - piegelanstiegs berechnet an Hand von C14 Datierung. Wiss. Abh. Deut. Geographentag. 33 .

Hack, J. T. : (1953), Gologic evidence of Late Pleistocene climates. Cambridge .

Knetsch, G. : (1950), Beobachtungen an der Lybischen Wueste. Geolog. Rundschau, 38 .

Knetsch, G. : (1962), Geohydrological ground water Investigations in North-African desert regions by means of complex methods. UN - Conference .

Kubiena, W. L. : (1955), Uber die Braunlehmrelikte des Atakor (Hoggar-Gebirge, Zentral Sahara), Erdkunde IX .

Kubiena, W. L. : (1963), Die Genese Lateritischer Profile als bodenkundiliches Problem, Wuerzburg .

Mensching, H. : (1953), Morphologische Studien in Hohen Atlas von Morokko. Wrzbg. Geogr. Arb. 1 .

Mensching, H. : (1955), Das Quartaer in den Gebirgen Morokkos. Pet. Mitt. Erg - H. 256 .

Mensching, H. : (1960), Bericht und Gedanken zur Tagung der Kommission Fuer Periglazial-forschung in der IGU in Morokko, 19 - 31. 10. 1959, - Z. Geomorph 4 .

Mortensen, H. : (1962), Heutiger Firnrueckgang und Eizzeitklima. Erdkunde VI .

Pfannenstiel, M. : (1963), Das Quartaer der Levante, Teil 11. Akad. d. Wiss. u. Lit. Mainz. Abh. Math. - Nat Kl. Nr. 7 .

Schwarzbach, M. : (1961), Das Klima der Vorzeit. Stuttgart.

Schwarzbach, M. : (1963), Das Alter der Wueste-Sahara. Neues Jb. Geol. Palaeont. Mh.

Winkler, A. : (1957), Geologisches Kraeftespiel und Landformung. Wien .

Wright, H. E. Jr. : (1961), Late Pleistocene soil development, glacial and cultural change in the eastern Mediteranean

Region. Ann. New York Academy Sci .

Woldstedt, P. : (1961), Das Eiszeitalter. 3. Aufl. Stuttgart.

Wuest, G. : (1928), Der Ursprung der atlantischen Tiefenwaesser. Z. Ges. Erdk. Berlin.

Zinderen-Bakker, E. M. : (1962), Palynology in Africa, seventh report (1960, 1961) Bloemfountein .

Zinderen-Bakker, E. M. : (1963), Pflanzengeographieshe Probleme des africanishen Quartaers. Wuerzburg .

النطاقات		البلايوسين: الأسفل (بونت)	البلايوسين: الأوسط (بلاسينت)	البلايوسين: الأعلى (أستى)	البلايستوسين: الأقدم (قبل فرانس)	جنز	مندل	هولشتاين	رس	إيم	فورم: أسفل	فورم: أوسط	فورم: أعلى	الهولوسين: الجزء الأوسط	الهولوسين: الجزء الأحدث	الهولوسين: الجزء الأحدث	الهولوسين: العصر التاريخي
الألب ووسط أوربا	الرطوبة / الحرارة													فترة دفيئة – بعد الجليد الدفيئة			
الهامش الشمالي للصحراء (جنوب مرتفعات أطلس)	الرطوبة / الحرارة	مجمعات صخرية تشبه نمط العصر الحديث			جنوب الأقدم	جنوب جنز	عارية		تنشئية		سلطانية			غريب			
شمال ووسط الصحراء (جنوب الجزائر، ليبيا، مصر)	الرطوبة / الحرارة				?		?		شبه المطيرة		فترة فورم المطيرة		شبه مطيرة (١)	شبه مطيرة (٢)		الجفاف الحالي	
جنوب ووسط الصحراء (مرتفعات هيجار)	الرطوبة / الحرارة	غطاءات حصوية من اللوم الأحمر والغاولينيت			أودية الصحارى القديمة		?		أراضي شبه (سافانا رملي) وصحراء تشاد				أودية الصحارى الحديثة			الجفاف الحالي	
الهامش الجنوبي للصحراء (سنغال وتشاد)	الرطوبة / الحرارة	لوم أحمر قديم – أراضي لاتيرايتية							?	لوم	أحمر حديث	كثبان رملية قديمة				السافانا الحالية	

الزمن بالسنين – ١٠ مليون – ٥ مليون – ١ مليون – ٦٠٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠٠ – ٥٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠ – ٣٠٠٠ صفر +٥٠٠

الرطوبة: ▬ أكثر رطوبة من عصرنا الحالي بكثير — ـــــ مثل عصرنا الحالي أو أقل بقليل — .... أجف أو في مثل الجفاف الحالي

الحرارة: ▥ أكثر حرارة " " " — ═ " " " " " — ▨ فترات باردة (جليدية)

فترات البرودة (الجليد) والرطوبة (المطر) في وسط أوربا والصحراء الكبرى الأفريقية

أثناء عصر البلايوسين والزمن الرابع

البحث الثالث

العصر المطير فى ليبيا

العصر المطير فى ليبيا [١]

تمهيد :

لقد تميز عصر البلايوستوسين بحدوث تغيرات مناخية شملت الأرض جميعاً . وكان للهبوط السريع فى درجات الحرارة مع ازدياد التساقط فى هيئة ثلج أثره فى تجليد النطاقات الأرضية الشمالية بل والجبال الشامخة فى النطاق الحار ذاته . وقد حدث التجليد فى فترات تراوح عددها بين ثلاث وست ، تعاقبت مع فترات دفء فصلت بينها . وقد تبين حدوث تتابع مشابه لفترات رطبة وأخرى جافة أثناء الزمن الرابع ، وأمكن اقتفاء آثار لها فى كثير من جهات الصحارى المدارية وشبه المدارية التى تقع فى مهب الرياح التجارية الجافة ومنها الأراضى الليبية .

وبسبب اجتماع حدوث كلتا الظاهرتين (تتابع الجليد والمطر) فى زمن واحد هو الزمن الرابع ، وعن طريق دراسات متيورولوجية معلومة ، أصبح ينظر لفترات المطر على أنها نتاج لتأثير فترات الجليد ، كما أصبحت فترات الجفاف تعتبر نتاجاً لتأثير فترات الدفء .

وهنا يبرز سؤالان : الأول ، هل هناك توافق حقيقى من حيث الزمن والمسببات بين فترات المطر فى ليبيا وفترات البرودة الشمالية خلال الزمن الرابع ؟. وإذا كانت الإجابة بنعم ، فحينئذ يظهر السؤال الثانى :ــ

هل حدثت فترات المطر فى كل أجزاء ليبيا بطريقة متماثلة ومتعاصرة ابتداء من هامشها الشمالى إلى هامشها الجنوبى ؟ .

وللإجابة على هذين السؤالين نقسم الأراضى الليبية إلى ثلاثة نطاقات عرضية شرقية غربية : النطاق الشمالى ، ويمتد بين دائرتى العرض ٣٠ ــ ٣٣°

---

(١) يحوى هذا المقال دراسة موثقة على القطر الليبى فى ضوء دراسات قمت بها فى أعوام ١٩٧٢ و ١٩٧٥ ، وقراءة بحث نشرت خلال العقدين الأخيرين ، وذلك فى إطار الآراء والأفكار الجديدة التى تم [illegible] بحث السابق « عصور المطر فى الصحراء الكبرى الأفريقية » .

شمالاً ؛ والنطاق الأوسط ، ويقع بين درجتى العرض ٢٥ ـ ٣٠° شمالاً ؛ ثم النطاق الجنوبى وينحصر بين دائرتى العرض ٢٠ ـ ٢٥° شمالاً . ونفرد لكل نطاق دراسة خاصة تعتمد على البيانات العلمية المستقاة من مختلف فروع الدراسات الطبيعية وتقييم شواهدها المناخية . ونعرض للمقارنة التطور المناخى لوسط أوربا على اعتبار أنه يتميز بمجاورته نوعاً للأراضى الليبية ، وأنه أكثر الأقاليم الشمالية حظوة بالدراسة والبحث .

التتابع المناخى فى وسط أوربا :

كانت حرارة جو الأرض فى أثناء عصور الزمن الثالث حتى عصر البلايوسين شديدة ، ووصلت ظروف المناخ المدارى إلى العروض الوسطى ، وأحوال المناخ شبه المدارى حتى العروض القطبية الحالية . ولم تتغير هذه الظروف المناخية فوق « الأرض المدارية القديمة » من وجهة الحرارة حتى عصر الميوسين الأعلى إلا قليلاً ، لكن قد حدث تغير وتعاقب بين فترات رطبة وأخرى جافة . وقد انخفض المعدّل الحرارى فى وسط أوربا أثناء البلايوسين الأسفل عنه فى أوائل الزمن الثالث بوضوح ، ولكنه احتفظ بمعدل حرارى يشبه مثيله دون المدارى الحالى .

وقد تبع البلايوسين الأسفل انخفاض تدريجى فى الحرارة استمر أثناء أواسط وأواخر ذلك العصر . ومن ثم حدث تراجع تدريجى لظروف مناخ «الأرض المدارية القديمة» نحو خط الاستواء . ولكن درجة الانخفاض الحرارى السريع الذى ظهر جلياً فى أوائل عصر البلايوستوسين ، والذى بلغ شأوه بعد انقضاء نحو ٤٠٠٠٠٠ سنة من بداية ذلك العصر ، حين تحول مناخ وسط أوربا إلى أحوال المناخ القطبى ، وبدأت بذلك أول فترة جليدية حقيقية وهى فترة الدانوب أو فترة ما قبل جونز Pre-Guenz منذ نحو ٦٠٠٠٠٠ سنة .

ويمكن القول عامة وبناء على الموقف العلمى الحالى بأن التغير المناخى الحرارى نحو البرودة كان تدريجياً وبطيئاً نوعاً ابتداء من عصر الأوليجوسين الأعلى (١٨°م) إلى عصر الميوسين (١٦°م) ثم إلى عصر البلايوسين (١٤°م) ،

لكنه كان سريعاً من الأخير إلى بداية عصر البلايوستوسين (٩° م) ثم إلى الفترة الجليدية الأولى (صفر° م) .

وقد حدث التحول المناخي الحراري الحقيقي بحلول أول فترة جليدية وهي فترة الدانوب . وتتسم كل الفترات الباردة التالية بتطور وتتابع مناخي متماثل الخصائص : انخفاض حراري سريع نسبياً في الغلاف الجوي مقداره حوالي ٨° م، ونحو ضعف هذا القدر (أي ١٦° م) في طبقة الجوّ السُّفلي القريبة من سطح الأرض في إقليم وسط أوربا ؛ ثم ارتفاع حراري مشابه السرعة يصل إلى معدل حراري يقرب من المعدل الحراري لعصر الهولوسين وذلك في فترات الدفء فيما بين فترات الجليد . وفي أوج كل فترة جليدية كان الجفاف يبلغ أقصاه . وقد حدثت ذبذبات حرارية كبيرة خلال كل فترة جليدية بحيث أمكن تقسيم كل منها إلى قسمين أو ثلاثة (جودة ١٩٦٢ و ١٩٦٦ ، جراول ١٩٦٦ ، بيدل ١٩٦٥ ، فينك ١٩٦٧) . وقد تبع فترة ڤورم الجليدية موجات مناخية أصغر في أواخر الجليد وما بعد الجليد .

التتابع المناخي في النطاق الشمالي من ليبيا :

استطاع كنيتش Knetsch (١٩٥٠) في مجال النطاق الشمالي من ليبيا أن يحقق حدوث سلسلة متتابعة تتكون من خمس فترات مطيرة فصلت بينها فترات جافة . وكذلك فعل بيدل Buedel (١٩٥٢) في الجزائر ، ومنشنج Mensching (١٩٥٥) وشوبير Choubert (١٩٥٧) في المغرب في مجال نفس العروض ، أي إلى الشمال من دائرة العرض ٣٠° شمالاً . وقد تمكن كنيتش من الوصول إلى نتائجة عن طريق الربط بين مصاطب الأودية والقشور الجيرية والأجيال الكارستية .

وقد توصل الباحث من دراسته لوادي القطارة (جودة ١٩٧٢) إلى تمييز خمسة من المدرجات النهرية ، وربطها بنقاط تجديد شباب خمس على امتداد القطاع الطولي للوادي ، ووازاها بالأرصفة البحرية في إقليم برقة وفي حوض البحر المتوسط (أنظر جدول ١ بالبحث المذكور) . وتمكن هيي Hey

(١٩٥٥) من تمييز مدرجين في الجزء الأدنى من وادى درنة أحدهما قديم فى أغلب الظن يرجع إلى فترة ريس ، والثانى أحدث (ڤورم ؟) .

وبناء على هذا يمكن القول بحدوث خمس فترات مطيرة فى النطاق الشمالى من ليبيا (وامتداده غرباً حتى المحيط الأطلسى) تعاصر خمس فترات باردة أو جليدية فى وسط أوربا . لكن بينما كانت ظاهرة الفترة الباردة فى وسط أوربا تتسع وتمتد لتشمل النطاقات المجاورة وتحتوى النطاق القطبى بطبيعة الحال ، فإننا نجد الفترة المطيرة المعاصرة لها لم يكن تأثيرها ليمتد إلا إلى نطاق مجاور لمجالها صغير .

ومن هذا التكرار المتشابه لظروف الجليد والمطر يتضح لنا أن فترات الجليد الشمالية كانت تتحكم فى ظهور فترات المطر فى النطاق الشمالى من ليبيا والمغرب العربى . فبدون وجود جليد فى الشمال لا تحدث فترة مطر فى شمال ليبيا . ويعزز هذا الاستنتاج عدم وجود آثار لفترات مطيرة واضحة فيما قبل البلايوستوسين وفيما بعده أى لا فى الزمن الثالث ولا فى الهولوسين .

التتابع المناخى فى النطاق الأوسط من ليبيا :

يتغير الوضع فى هذا النطاق عنه فى النطاق الشمالى . فهنا لا نجد من فترات المطر الخمس سوى فترتين واضحتين تعاصران فترتى جليد ريس وڤورم . وقد استطاع كنيتش Knetsch (١٩٦٣) هنا وعلى وجه الدقة فى نطاق الحدود بين ليبيا ومصر أن يقيم الدليل على حدوث فترتين مطيرتين شديدتى الوضوح تعاصران الفترتين الجليديتين الأخيرتين . ومن دراستنا للأودية الجافة وسطوح البديمنت Pediment الصحراوية فى إقليم مراده (جودة ١٩٧١) ظهر لنا بجلاء معاناة الإقليم لظروف من المطر والجفاف متعاقبة .

وفى مجال نفس العروض من وادى النيل فى مصر عثر على اثار لفترات مطيرة تعاصر ريس وڤورم ، ولفترات أخرى أقدم تفتقر إلى تأكيد موازاتها بفترات جليد شمالية .

وعلى الرغم من أن هذا النطاق لا يحوى آثاراً واضحة لفترات مطيرة فى البلايوستوسين القديم ، فإنه يحوى الكثير من مخلفات فترة مطيرة ترجع إلى أوخر الزمن الثالث . فقد عثر مكيلاين Meckelein (١٩٥٩ صفحات ٩٥ ، ١٢٩ ، ١٦٥) على لوم أحمر قديم النشأة يغطى سطوح تعرية قديمة تتوج الهضبة البازلتية التى تدعى بجبل السودا بفزان والتى تعلو إلى ارتفاع ٦٠٠ م تقريباً . كما اكتشف مثل هذه التكوينات أيضاً وعلى ارتفاع مشابه فوق قور طيبو على الهامش الشمالى لسرير تبستى . وقد أرجعها هذا الباحث وكذلك كوبيينا Kubiena (١٩٥٥ ، ١٩٦٢) الذى فحص تلك التربات الحمراء بيدولوچياً إلى فترة مطيرة حدثت فى القسم الأخير من الزمن الثالث . ويتفق مع هذا زمنياً بقايا « بحيرات الزمن الثالث » التى وجدها ليفران Lefranc (١٩٥٧) فى منخفض الحفرة الشرقى بفزان ، وكذلك دور النشاط النهرى أثناء البلايوسين الأعلى فى مصر العليا .

ونصادف فى نطاق العروض هذا أيضاً فترات مطيرة هولوسينية لم نجد مثلها فى النطاق الشمالى . الأولى تعاصر آخر ذبذبة جليدية فى وسط أوربا وتعرف بالتندرا الحديثة ، والثانية تعاصر أواخر العصر الحجرى المتوسط والعصر الحجرى الحديث ، أى مرحلة الدفء فيما بعد الجليد فى وسط أوربا ! ، والأخيرة لا شك ظاهرة غريبة ، لكننا سنصادف مثلها فى النطاق الجنوبى .

ونخلص من هذا إلى القول بأن أوجه اتفاق ما تزال واضحة بين فترات المطر فى هذا النطاق الأوسط وفترات المطر فى النطاق الشمالى ، لكننا نجد أوجه اختلاف ستتضح أكثر فى النطاق الجنوبى . وبعبارة أخرى نرى هذا النطاق الأوسط بمثابة نطاق انتقالى تتمثل فيه بعض من خصائص الشمال وبعض من خصائص الجنوب .

التتابع المناخى فى النطاق الجنوبى من ليبيا :

فى مجال عروض هذا النطاق من ليبيا درس كوبيينا Kubiena (١٩٥٥) عديداً من التربات الحمراء وطبقات سميكة من الكاولين ، وأرجع نشأتها إلى

فترة توغل بدايتها فى القدم إلى أوائل الزمن الثالث . وإلى نفس النتيجة توصل بيدل Buedel (١٩٥٥) من خلال دراسته لمرتفعات الحجار على نفس العروض . وقد اتفق الباحثان على حدوث تعاقب لفترات الجفاف والرطوبة زمنياً ومكانياً أثناء تلك الفترة الدفيئة المديدة التى استوعبت الزمن الثالث كله . ففى عصر الميوسين سادت النطاق الجنوبى من ليبيا ظروف مناخ السڤانا بحرارتها ومطرها واستمرت حتى أواخر عصر البلايوسين . ويحل الجفاف بنطاقنا هذا مع بداية عصر البلايوستوسين ويستمرُّ حتى حوالى نهاية أواسطه . ولا تظهر الرطوبة مرة أخرى إلا فى البلايوستوسين الحديث (ابتداء من فترة ريس حتى نهاية أواسط فترة ڤورم) ثم فى العصر الحجرى الحديث عقب فترة جفاف فى أواخر ڤورم وأوائل الهولوسين .

وحين نقارن التتابع المناخى الذى رأيناه فى النطاق الشمالى من ليبيا بهذا التتابع المناخى فى نطاقها الجنوبى نجد اختلافاً كبيراً ، بل إن الصورة تبدو معكوسة . ففى النطاق الشمالى ساد الجفاف فيما قبل عصر البلايوستوسين وفيما بعده . أما فى أثناء البلايوستوسين ذاته فقد ظهرت فترات المطر التى عاصرت فترات الجليد الأوربية . وعكس هذا نجده فى النطاق الجنوبى حيث سادت ظروف مناخ السڤانا الفصلية المطر عصر البلايوسين واستمرت حتى مشارف البلايوستوسين . وببداية عصر البلايوستوسين شاع الجفاف واستمر ، وسادت چيومورفولوچية الصحارى التى تتحكم فى عمليات التعرية حتى عصرنا الحالى .

ولا يقطع هذا التسلسل المناخى فى النطاق الجنوبى من ليبيا سوى حدوث فترة رطبة واحدة واضحة فى البلايوستوسن الحديث . وقد تأكدت سعة انتشار ظروف مناخ تلك الفترة بالعثور على آثار لها فى مصر . وفضلاً عن ذلك أمكن الاستدلال على فترة رطبة ضعيفة نوعاً تعاصر القسم الأول من العصر الحجرى الحديث فى السودان (شڤارتزباخ Schwartzbach ١٩٥٣) . ويظهر هذا التتابع المناخى الذى وجدهاه فى جنوب ليبيا بشكل مماثل لكن بصورة أكثر مثالية ووضوحاً فى إقليم تشاد وامتداده غرباً فى السنغال فيما بين دائرتى العرض ١٤ ــ ٢٠° شمالاً على وجه التقريب (بيدل ١٩٦٣) .

أهمية التتابع المناخى فى ليبيا بالنسبة للتطور المناخى العام :

يتمثل التاريخ المناخى للأراضى الليبية فى جوهره كما رأينا فى سلسلة من تتابع الرطوبة والجفاف . وحين نلقى نظرة عامة على جميع النطاقات الليبية نستطيع استخلاص النتائج الآتية :ـ

١ ـ يمكن القول بأن عصر البلايوستوسين قد ظهر فى ليبيا كعصر من نوع خاص مغاير من وجهة الرطوبة بين عصر البلايوسين من قبله وعصر الهولوسين من بعده . لكن هذا الاختلاف بالنسبة للعصر الذى سبقه وللعصر الذى لحقه ينقلب من الشمال نحو الجنوب . ففى النطاق الشمالى يتميز البلايوستوسين بحدوث تتابع منظوم من عدد من الفترات الرطبة بين فترات تكاد تكون جافة تماماً فى البلايوسين والهولوسين . وفى النطاق الجنوبى يصبح البلايوستوسين بعامة عصراً شبه جاف بين فترات رطبة من قبله ومن بعده .

٢ ـ فى النطاق الشمالى نرى فى أثناء البلايوستوسين تعاصراً وموازاة بين فترات المطر الليبية وفترات البرودة فى وسط أوربا ، والأخيرة كانت بالنسبة للأولى بمثابة الباعث المحرك . وتحدث هذه الموازاة متأخرة فى النطاق الأوسط . وأما فى النطاق الجنوبى فلا نجد آثاراً لسوى فترة مطيرة واحدة تقع فى البلايوستوسين الحديث . ومن ثم تتحلل الصلة السببية التى وجدناها واضحة فى النطاق الشمالى بين فترات المطر وفترات الجليد فى وسط أوربا من ناحيتين :

(أ) أننا لا نجد فى النطاق الجنوبى لفترات الجليد القديمة (ما قبل جونز، وجونز ومندل) ما يقابلها من فترات المطر .

(ب) أن فترة المطر البلايوستوسينية الوحيدة التى ما زلنا نجد لها آثاراً واضحة فى النطاق الجنوبى الليبى لا تقابلها على وجه التحديد فترة جليدية معينة محددة فى وسط أوربا ، فنهايتها تقع فى وسط فترة ڤورم الجليدية ، بينما نجد بدايتها غير معلومة ، فقد تكون فى فترة إيم Eem الدفيئة ، أو قد ترجع إلى فترة ريس الجليدية .

٣ ـ يرى بنك A. Penck في أحدث آرائه (١٩٣٦) أن الصحراء الكبرى الإفريقية كانت أثناء البلايوستوسين أكثر رطوبة بوجه عام ، وأن رقعتها كانت تضيق وتنكمش بواسطة تقدم حدودها الرطبة من ثلاثة اتجاهات فى وقت واحد : من الهامش الشمالى البحرى ، ومن الهامش الجنوبى الاستوائى ، ثم من حدّ الرطوبة العلوى فوق المرتفعات الذى يوازى انخفاض خط الثلج الدائم . ويتضح من عرضنا السابق ومن النتيجتين السالفتين أن هذه الصورة التى رآها بنك لا تصدق إلا فيما يختص بفترة ڤورم الجليدية . ومن الممكن أن نشاهد بعضاً من سماتها فى فترة ريس الجليدية لكن بدرجة جدّ محدودة . وكلما توغلنا من فترة ريس فى الماضى إلى فترات مندل وجونز وما قبل جونز يتضح تقدم الحزام الرطب صوب قلب الصحراء فى النطاق الشمالى فقط ، لكننا لم نعد نشاهده إطلاقاً لا فى جنوب الوسط ولا فى الجنوب ، فهنا ينعدم وجود آثار لفترات مطيرة معاصرة لتلك الفترات الجليدية .

٤ ـ وبهذه الصورة الجديدة التى وصفناها للتتابع المناخى للنطاقات الليبية والتى تميزها الخصائص الثلاث السالفة الذكر ، يمكننا إلقاء ضوء جديد على رأى بالوت L. Balout (١٩٥٢). فهو يعتقد كما اعتقد بنك قديماً بعدم انكماش رقعة الصحراء أثناء كل فترة باردة ، وإنما بزحزحة نحو خط الاستواء . « لنطاق الصحارى المتأثر بالرياح التجارية » . فكل من الباحثين قد أقام نظريته على أساس أن التتابع المناخى البلايوستوسينى بين البرودة والدفء فى العروض العليا الشمالية هو المحرك المولد للتتابع المناخى بين الرطوبة والجفاف فى النطاق الصحراوى الواقع على هامش المنطقة المدارية الرطبة . وهذا ما لا يعدّ الآن صحيحاً أيضاً بالنسبة لنظرية بالوت . ذلك أننا قد وجدنا فى النطاق الجنوبى من صحراء ليبيا آثاراً لفترة رطبة واحدة خلال عصر البلايوستوسين كله . وحتى هذه الفترة ليس لها ارتباط وثيق بفترة جليدية محدودة أو بفترة دفيئة معلومة ، وإنما قد امتدت متقطعة غير متصلة عبر بعض من هذه وتلك أثناء عصر البلايوستوسين الحديث .

وعلى العكس من ذلك تنتشر فى هذا الهامش الجنوبى من الصحراء الليبية آثار لفترات مطيرة حدثت فيما قبل الجليد البلايوستوسينى وفيما بعده . وهذه الفترات الرطبة ليس لها بطبيعة الحال نى ارتباط بالتتابع المناخى بين البرودة والدفء فى أوربا ، الذى يعتبر الباعث المولد لفترات المطر فى النطاق الشمالى . ويبقى الفضل لبالوت الذى أشار لأول مرة إلى الاختلاف بين نمط آثار فترات الرطوبة البلايوستوسينية فى شمال الصحراء ونمطها فى جنوبها ، ومن ثم أنار الطريق أمام هذا البحث الجديد .

الاختلاف بين فترات المطر فى النطاق الشمالى والنطاق الجنوبى بليبيا :

يتضح لنا مما سبق أن فترات المطر فى النطاق الشمالى تختلف فى مسبباتها وبواعثها عنها فى الجنوب . إذ أن النطاق الشمالى كان يقع فى مجال تأثير التبريد الشديد الذى حدث مراراً أثناء فترات الجليد وشمل النصف الشمالى من الكرة الأرضية فيما بين النطاق دون المدارى الحالى والقطب . وقد كان معدل التبريد المعاصر فى الأراضى الجبلية فى النطاق المدارى لا يرقى إلا لمجرد النصف ، وكان التبريد أقل من ذلك بكثير قرب سطح الأرض فى الأراضى السهلية المدارية، خصوصاً حيث استطاعت الغابات القديمة والسفانا الكثيفة أن تواصل نموها دون اضطراب .

وكلما اتجهنا شمالاً مقتربين من مركز التأثير الشمالى وجدنا فترات المطر فى النطاق الشمالى وقد ظهرت بخصائص ومميزات تختلف تماماً عن فترات المطر فى النطاق الجنوبى . فهى فترات أقصر ، وأقل رطوبة ، لكنها أوضح برودة ، كما صحبها هبوط خط الثلج الدائم ، وعمليات الانسياب الأرضى ، وهبوط أشد لحدود فعل الصقيع . فقد أعلن هيى Hey (١٩٦٣) عن وجود اسكرى Scree بلايوستوسينى من عصرين مختلفين فى أودية الجبل الأخضر الشمالية ، ونسبهما لدورين مطيرين باردين (أكثر برودة بكثير من الوقت الحالى) يقعان فى

البلايوستوسين الحديث ، وقد عزا تكوين مواد الاسكرى لفعل الصقيع . وفى مدرجات وادى القطارة (جودة ١٩٧٢) ينتشر وجود الكتل الصخرية الجيرية المتفاوتة الأحجام ، وكلها خشنة حادة الحواف . وهى تظهر إما مختلطة بحصى المدرجات ، أو مكونة لنطاق منفرد يتركب كلية منها (انظر قطاع بو سديرة فى بحث وادى القطارة ـ جودة ١٩٧٢). وهى قد تندمج فى مجمعات صخرية بواسطة الصلصال الأحمر كمادة لاحمة . كلها شواهد تدل على زيادة فى معدلات الرطوبة والتبريد وفعل الصقيع .

يضاف إلى ذلك أن توسيع البديمنتات Pediments عند أسافل الحافات الصخرية ميزة تختص بفترات المطر (بحث مراده ، جودة ١٩٧١) . أما من الوجهة البيدولوچية فتشخص فترات المطر فى السهول (بحث سهل بنغازى ، جودة ١٩٧٢) وفوق الهضاب (حوض القطارة ، جودة ١٩٧٢) تربات حمراء Terra Rosa تكونت تحت تأثير كمية من المطر تزيد على ٤٠٠ ملم . وفى المناطق التى كان المطر يتراوح فيها بين ٤٠٠ ـ ٣٠٠ ملم تظهر تربات استبس غنية بالجير وشبيهة بتربات اللوس Loess . أما فى الأصقاع التى كانت تتراوح أمطارها بين ٣٠٠ ـ ١٠٠ ملم فنجد التربة وقد غطيت بغشاء من الجبس أو الجير بحسب تركيب الطبقات الصخرية السفلى .

وفى بحثنا « عصور المطر ... ١٩٧١ » أفضنا فى شرح أسباب الاختلاف بين فترات المطر فى شمال الصحراء وفى جنوبها . فالنطاق الشمالى كان يقع تحت تأثير ظروف الجليد الأوربى واقتراب الجبهة القطبية منه ، ولهذا كان نطاق الضغط المدارى الذى ترتبط به صحارى الرياح التجارية الجافة يتقطع بواسطة ورود هواء قطبى بحرى مطير . وبالتالى فقد كانت تتولد فترة مطيرة فى النطاق الشمالى مع كل تقدم للجبهة القطبية يصاحب كل فترة جليدية .

أما فى النطاق الجنوبى فقد كانت الظروف مختلفة . فهنا كان تأثير مناخات العصر الجليدى أكثر تخلخلاً ، وفعلها غير مباشر . ونحن نرجح أن التأثير فى إحداث فترة مطر البلايوستوسين الحديث قد جاء هنا من الجنوب أى

من النطاق الاستوائى ذاته . وقد أرجعنا تأخر ظهور المطر فى النطاق الجنوبى إلى تأخر تكوين الغطاء الجليدى الأنتاركتيكى الذى اكتمل نموه ابتداء من فترة ريس [(١)] .

المراجــــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى ، أبحاث فى الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية .

جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر فى الصحراء الكبرى الإفريقية ، بحث فى الچيومورفولوچيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب ـ جامعة الإسكندرية .

جودة حسنين جودة : راجع الأبحاث التالية عن إقليم واحة مرادة ، وحوض وادى القطارة ، وسهل بنغازى .

Balout, J. : (1952), Pluveaux interglaciares et préhistoires Saharienne. Trav. Inst. Rech. Sah., VIII .

Buedel, J. : (1952), Bericht über klima-morphologische und Eiszeitforschungen in Niederafrika. Erdk. VI .

Buedel, J. : (1955), Reliefgenerationen und Plio-pleistozaener Klimawandel in Hoggar-Gebirge. Erdk. IX .

(١) يمكن للقارىء الرجوع إلى بحثنا عن « عصور المطر ... ١٩٧١ » إذا ما رغب فى التعرف على آرائنا فى نشوء الدورة الهوائية العامة وتطورها فى الزمنين الثالث والرابع ، وعلى نظريتنا الخاصة بتأخر تكوين الغطاء الجليدى فوق القارة القطبية الجنوبية وأسبابه وأثره على نمط فترات المطر فى جنوب الصحراء .

Buedel, J. : (1963), Die Gliederung der Würmkaltzeit. Wrzb. Geogr. Arb. 8 .

Buedel, J. : (1965), Eiszeitalter und heutiges Erdbild. die Umschau, H. 1 .

Choubert, G. : (1957), Essai de corrélation des fromations continentales et marines du pleistocéne au Maroc. Note V. Congr. INQUA .

Fink, J. : (1967), Die Gliederung des Jungpleistozän in Osterreich. Mitt. Geol. Ges. Wien, 54 .

Gouda, G. H. : (1962), Untersuchungen an Lössen der Nord-Schweiz. Geogr. Helv. Bern u. Zuerich .

Graul, H. : (1959), Der Verlauf des Glazial-eustatischen meeresspiegelanstieges, berechnet an Hand von C14 Datierungen. Wi.:s. Abb. Dr. Geographentag 33 .

Hey, R. & mcBurney, C. : (1955), Prehistory and Pleistocene geology in Cyrenaica (Libya). Cambridge Univ. Press, Cambridge .

Hey, R. : (1963) : Pleistocene screes in Cyrenaica (Libya). Eisz. u. Geg. Ohringen-Würt .

Knetsch, G. : (1950), Beobachtungen in der Lybischen Wüste. Geol. Rundshau, 38 .

Knetsch, G. : (1962), Geohydrological groundwater investigations in North-African desert regions by means of complex methods. UN-Conf. in Apll of Sc. and Techn. f. the benefit of the less developed Areas .

Kubiena, W. L. : (1955), Uber die Braunlehmrelekte des Atakor (Hoggar-gebirge, Zentral Sahara). Erdkunde IX .

Kubiena, W. L. : (1962), Polygenetische Boden-Kunde und Aufbauelemente der Tropenböden. Hamburg .

Lefranc, J. P. : (1957), De Zuila aux lacs de la Marzoukia. Trav. Inst. Rech. Sah. XV, 1 .

Mensching, H. : (1955), Das Quartär in Gebirgen Marokkos. Pet. Mitt. Erz - H. 256 .

Schwartzbach, M. : (1961), Das Klima der Vorzeit, 2. Aufl. Stuttgart .

Schwartzbach, M. : (1953), Das Alter der Wüste Sahara, Neues Jb. Geol. Paläont. Mh .



البحث الرابع

برقة والبطنان (ليبيا) فى أواخر الزمن الثالث وأوائل الزمن الرابع

برقة والبطنان فى أواخر الزمن الثالث وأثناء الزمن الرابع
دراسة فى الچيومورفولوچيا المناخية

بدأ التطور الچيومورفولوچى لإقليمى برقة والبطنان تجاه نهاية عصر الميوسين . فقد كانت كل المنطقة التى يشغلها الإقليمان حالياً مغمورة بمياه البحر المتوسط القديم حتى أواسط ذلك العصر . واستمرت حركة الرفع وظهور اليابس البرقاوى فوق صفحة مياه البحر خلال عصر البليوسين . وبرزت برقة فى البداية كجزيرة تمثل أوج علو الجبل الأخضر . وامتدت تأثيرات حركة الرفع بالتدريج شرقاً وغرباً لكى تشمل شمال البطنان من جهة ، وأقصى شرقى إقليم سرت من جهة أخرى .

ويبدو أن جرم هذه المساحة الضخمة التى برزت فوق سطح الماء كان ممتداً فى البحر المتوسط القديم كأرض يابسة أكثر من امتداده الحالى ، وذلك قبل أن تصيبه العيوب والإنكسارات وبالتالى عمليات الهبوط .

ونحن لا نستطيع ، بناء على الموقف العلمى الحالى ، أن نعيد تصوير الشكل الدقيق لإقليم برقة الأصلى . ومع هذا فيمكننا أن نعتبر المرتفع البحرى الذى يمتد أسفل مياه البحر أمام الجانب الشرقى للجبل الأخضر قسماً من الهضبة الأصلية القديمة انكسر واقتطع منها ، وهبط وغاص تحت منسوب ماء البحر . وتظهر عمليات التصدع واضحة فى طبوغرافية المنطقة ، إذ تبدو ممثلة فى درجتين على الجانب الشمالى للجبل الأخضر . وهناك درجات غائصة أخرى فى مياه البحر توضحها وتدل عليها خطوط الأعماق المتساوية ، ويمكن تفسيرها بالتكسر والهبوط واعتبارها حافات عيبيّة . وبالمثل نرجح أن خلجان بومبا وطبرق والسلوم إنما نشأت وتشكلت نتيجة لفوالق عرضية .

ويمكن القول عامة بأن الأشكال الجيومورفولوجية الرئيسية لإقليمى برقة والبطنان إنما نشأت أصلاً نتيجة للأحداث التكتونية التى جرت أساساً فى الفترة الزمنية المحصورة بين أواخر عصر الميوسين ونهاية عصر البليوسين .

والهضبة البرقاوية ليست منتظمة الهيئة ، فهى ذات شكل مائل ، رذ ينحدر جانبها الشمالى انحداراً شديداً ، بينما يتدرج انحدارها صوب الجنوب . ويمكننا أن نتصور نشوء نظام تصريف مائى من النوع التابع المتشعع . ولقد كانت نظم التصريف المائى أكثر اتساعاً وامتداداً بطبيعة الحال فوق السفوح الجنوبية الهيِّنة الانحدار منها فوق السفوح الشمالية الشديدة الانحدار ، ولكنها كانت أنشط بكثير على الجانب الشمالى للهضبة منها فوق الجانب الجنوبى . وكانت المجارى المائية التى كانت تصرف مياه السُّفوح الجنوبية للهضبة البرقاوية، تتدفق جنوباً لتصب فى النهاية فى الذراع البحرى الطويل ، الذى كان يمتد من خليج سرت القديم متداخلاً فى اليابس صوب الشرق حتى يصل إلى منخفض واحة جغبوب الحالية ؛ وقد استمر هذا الوضع حتى ختام عصر الميوسين .

وبحلول عصر البليوسين ، ونتيجة لحدوث حركة رفع عامة أصابت إقليم سرت ، انحسرت مياه الخليج عن هذا الذراع البحرى فاضمحل ثم تلاشى ، وحلّ محله مجرى طويل للتصريف المائى هو الذى يعرف الآن بالوادى الفارغ ، وإليه كانت تنصرف مياه السفوح الجنوبية لهضبة برقة ، وتجرى فيه غرباً لتصبّ فى البحيرات الساحلية التى كانت تزركش خليج سرت القديم .

وقد ظلت مياه البحر موجودة فى منخفض جغبوب حتى نهاية عصر الميوسين . ويبدو أن هذا هو السبب فى استمرار وجود فصائل من الرخويات البحرية فى بحيرة عراشية المالحة فى المنخفض ، وفى تواصل بقاء النباتات البحرية فى محيط الزاوية فى جغبوب حتى وقتنا الحاضر . وهناك من الباحثين من يعترض على هذا التفسير ، ومنهم T. Monod (١٩٣٨) الذى يرى أن فصائل بحيرة عراشية الحيوانية ليست أحفاداً للأحياء الميوسينية ، ولكنها نشأت وتطورت بسبب استعمار حيوى حدث نتيجة للنقل بواسطة الطيور المهاجرة ، مثلها فى ذلك مثل رواسب أشباه حفريات الكاديوم فى شمال الصحراء الكبرى الإفريقية .

ولقد تثار مسألة تكوين منخفض جغبوب الذى يقع الآن دون منسوب البحر بنحو ٢٩ متراً . ويذهب الكتاب فى تفسير نشأة المنخفضات الصحراوية الليبية مذاهب شتى . وهى فى جملتها تماثل التفسيرات التى قيلت فى نشأة

المنخفضات الصحراوية المصرية ... فهى إما ناشئة عن عمليات تكتونية بالالتواء أو الإنكسار ، أو بسبب القوى الخارجية كالماء الجارى والهواء المتحرك ... وفى اعتقادنا أن لكل منخفض ظروف تكوين خاصة قد تشبه من قريب أو من بعيد نشأة الآخر . ونحن نعلل النشأة الأولى للمنخفضات الصحراوية الضخمة بعمليات تكتونية أو بظروف جيولوجية خاصة ، تلاها فعل الماء الجارى فى عصر چيولوچى حديث نسبياً ، ثم أثر الرياح كعامل مشكّل خلع على المنخفضات مظهرها الحالى .

وفى حالة منخفض جغبوب يبدو أن نشأته الأولى قد نجمت عن هبوط بسيط أصاب الأرض فى الجنوب ، فى الوقت الذى كان فيه الجبل الأخضر وهضبة البطنان يرتفعان فى الشمال . ولعل من أثر ذلك ما نراه من انحدار الأرض بين الهضبة البرقاوية والمنخفض انحداراً هيناً جداً نحو الجنوب . وقد تعدّل شكله بطبيعة الحال بفعل الماء الجارى على نحو ما أشرنا ، ثم بتأثير الرياح حينما حلّت ظروف الجفاف فى العصر الجيولوجى الحديث .

وقد تسببت حركة الرفع التى أصابت الإقليم كله ، بالإضافة إلى العيوب والفوالق التى أنشأت الدرجات الرئيسية فى الجبهة الشمالية للجبل الأخضر والبطنان ، فى إحداث اضطراب فى نظام التصريف المائى التابع ، فنجم عن ذلك العديد من الانحرافات فى المجارى المائية ، والكثير من عمليات الأسر النهرى ، كما نشأت أودية تالية قصيرة المدى على سطح الدرجات الساحلية .

وفى نهاية عصر البليوسين كان المظهر الجيومورفولوجى لبرقة قد اتخذ شكلاً لا يختلف إلا قليلاً عن شكله الحالى . ويبدو أن احتفاظ الأشكال الأرضية بهيئتها القديمة حتى وقتنا الحاضر ، إنما يرجع إلى العمليات الكارستية فى الصخور الكربونية التى يتركب منها الإقليم كله . وتشترك فى هذه الصفة هوامش الجبل الأخضر والمنحدرات الجنوبية حيث كانت المياه تتشتّت باطنياً فى منطقة البلط . يضاف إلى ذلك أن التغيرات المناخية أثناء عصر البليوستوسين لم تتباين كثيراً فى النظام والنوع ، وإن اشتدت فى الكم والحدّة ، وبالتالى فإن العمليات الجيومورفولوجية المناخية لم تتحوّل ولم يتغير نمطها ، فبقيت الأشكال

الأرضية دون تعديل كبير .

وإذا ما انتقلنا إلى الزمن الرابع سنجد الهيكل العام لبرقة والبطنان مماثلاً لما كان عليه فى أواخر عصر البليوسين ، ولما هو عليه فى عصرنا الحاضر ، باستثناء النطاقات الساحلية . ذلك أن منسوب البحر قد عانى من سلسلة من الذبذبات الرأسية أثناء الزمن الرابع . وقد تسببت هذه الذبذبات فى انتقال أفقى صغير نسبياً لخط الساحل . وترجع ضآلة الانتقال الأفقى إلى أن الساحل فى معظمه ينحدر صوب البحر انحداراً شديداً . وترتبط مشكلة نشأة الأرصفة البحرية أو الدرجات الساحلية التى تطل على البحر فى برقة والبطنان جزئياً بهذه الذبذبات التى حدثت فى منسوب البحر المتوسط أثناء عصر البليوستوسين ، وهى مشكلة جيومورفولوجية ما تزال محل جدال ، وسنعرض لها فيما بعد .

وفى دراستنا لجيومورفولوجية برقة والبطنان أثناء الزمن الرابع ، يجب أن نضع نصب أعيننا عنصراً أساسياً لفهم الأحداث الجيومورفولوجية أثناء ذلك الزمن. ويتمثل هذا العنصر فى تغير الظروف المناخية التى لا شك أثّرت فى كثافة العمليات الجيومورفولوجية فى إقليمنا هذا ، بل وفى كل الأراضى الليبية . فلم يكن عصر البليوستوسين عصراً بارداً فحسب بل أهم من ذلك أنه كان يتميز بتغيرات مناخية حادة قصيرة المدى إذا ما قورن بغيره من العصور الجيولوجية السابقة . فقد كانت تفصل بين الفترات الباردة التى خلالها كانت تنشأ الثلاجات ، إذا توافرت ظروف مناسبة ، فترات دفيئة أثناءها كانت تسود أحوال مناخية تشبه مثيلاتها فى العصر الحالى بل أدفأ منها .

وهناك عدد من الشواهد الاستراتيجرافية والأركيولوجية تشير إلى حدوث تغيرات مناخية كانت لها آثار بيِّنة على سواحل برقة . فلقد وصف ماك بورنى وهيى (١٩٥٥) ثلاثة أنماط متميزة من الرواسب الساحلية لها أهمية مناخية خاصة :

النمط الأول : يتمثل فى رواسب توجد عند خط الشاطىء ٦ متر فوق منسوب البحر الحالى ، وتحوى أصدافاً بحرية تشتمل على أنواع ما تزال تعيش الآن فى مياه البحر المتوسط .

والنمط الثانى : عبارة عن رواسب من التوفا الكلسية تحوى بقايا حفريات منها طوابع أوراق نباتية وعظام جاموس منقرض ، وأغنام برية ، وحمار وحشى ، وسلاحف برية صغيرة ، بالإضافة إلى آثار للعصر الحجرى القديم تنسب للحضارتين الليفالوازية والموستيرية عند موضع حاج كريّم . ويقرر ماك بورنى (١٩٦٧ ص ١٣٠) أنها لا تماثل آثار أية طبقة فى هاو فتيح ، ولكنها توازى آثار طبقات أخرى تقرر عمرها بالكربون المشع بنحو ٤٥٠٥٠ + ٣٢٠٠ سنة (ماك بورنى ١٩٦٧ ص ٧١). ويقترح هيى (١٩٦٨ ص ١٦٢) موازاتها بطبقات تؤرخ منذ حوالى ٥٠٠٠٠ سنة مضت .

والنمط الثالث : يتمثل فى كثبان حفرية « حديثة » Young Fossil Dunes تحوى حفريات من قواقع هيليكس ميلانوستوما Helix melanostoma ويرتبط بالكثبان ويعاصرها ما سماه هيى بالحصى الأحدث Younger Gravels .

ويزيد سمك الحصى الأحدث فى بعض المواضع على عشرين متراً ، ويكوّن مراوح رسوبية عند أسفل الحافة الساحلية . وهو يرتكز فى بعض الأماكن على رواسب من التوفا الكلسية ومن المارل يبلغ أقصى سمك لها حوالى ثلاثين متراً ، وذلك فى وادى درنة ، ويتداخل هذا الحصى جانبياً فى تكوينات اسكرى متماسكة (ماك بورنى وهيى ١٩٥٥ صص ١٦٣ ـ ١٦٩ ، وجودة ١٩٧٥) .

ويتركب الحصى الأحدث من حصى مختلط برواسب التربة الحمراء (تيرا روسا). وتتغطى الحافة الساحلية إلى الشرق من بلدة طلميثة جزئياً بحصى متاسك لم يتقرر عمره . وفى الأجزاء الدنيا من مجارى الأودية الخانقية يوجد الحصى الأحدث أسفل تكوينات اسكرى غير متماسكة (جودة ١٩٧٣) .

ويحوى الحصى الأحدث فى كثير من الأماكن آلات حجرية ليفالوازية وموستيرية . ولما كان الحصى الأحدث يرتكز على التوفا الكلسية غير متوافق معها، ولا يحوى آثاراً لصناعات أحدث ، فإن التواريخ المقررة للصناعات المماثلة فى هاوفتيح (ماك بورنى ١٩٦٧ ص ١٠٥ و ص ١٦٧) ترجّح أن إرساب الحصى الأحدث قد تمّ فيما بين ٤٥٠٠٠ ـ ٤٠٠٠٠ ± ٢٠٠٠ سنة مضت . ويحوى الإسكرى المفكك آلات دبّانية (هيى ١٩٦٣) ، وهى تعطى تواريخاً

تتراوح بين ٣٨٠٠٠ ـ ١٥٠٠٠ سنة مضت (ماك بورني ١٩٦٧ ص ١٣٦ وص ١٧٠). وتوجد في الراسب النهري الأحدث في أودية برقة أواني فخارية يونانية ورومانية في كل المستويات .

ورواسب النمط الأول الموجودة على خط الشاطىء ٦ متر هي رواسب بحرية ، أما الرواسب الأخرى فهي قارية ، وأحدث عهداً من الرواسب البحرية . وليست للحفريات البحرية الموجودة عند خط الشاطىء ٦ متر أهمية مناخية أو تاريخية خاصة ، ذلك أنها تتكون من فصائل من الرخويات ما تزال تعيش في مياه البحر المتوسط في وقتنا الحاضر . يضاف إلى ذلك أنه أمكن العثور في منطقة بنغازي على رواسب رملية هوائية النشأة تحتوي على قواقع من نوع الهيليكس Helix، وهي ترتكز على رواسب أخرى بحرية المنشأ تحتوي على حفريات الكاديوم Cadium والكاريثيوم Carithium . وفيما بين هذه الرواسب وتلك توجد طبقة من الصخر الجيري العقدي (دزيو ١٩٣٥ ص ٧٩) نرجّح اعتبارها ممثلة لرواسب التوفا الكلسية التي ذكرها ماك بورني وهيي .

وبحسب ما يرى ماك بورني وهيي (١٩٥٥ ،ص ١٣٠) ينبغي إرجاع خط الشاطىء ٦ متر للفترة الدفيئة الأخيرة (ما بين جليدي ريس وفورم) ، أي إلى الفترة الجافة (غير المطيرة) الأخيرة بالنسبة للعروض الصحراوية وشبه الصحراوية . أما الرواسب القارية فقد تراكمت أثناء مرحلتين منفصلتين واضحتين أعقبتا الفترة الدفيئة الأخيرة . والمرحلة الأولى ، التي تمثلها رواسب التوفا الكلسية ، كانت تتميز بصيف حار ، أما الشتاء فيرجح أنه كان بارداً نوعاً ، وكانت كمية الأمطار السنوية كبيرة . أما المرحلة الثانية ، ويمثلها ويدل عليها الحصى الأحدث والكثبان الرملية الحديثة ، فكانت تتميز بشتاء شديد البرودة ، وبتساقط فصلي معتدل الكمية يقارن بالتساقط في وقتنا الحاضر . ويحتمل أن هاتين المرحلتين الأولى والثانية تعاصران مرحلتين لجليد الفورم وتمثلانهما ، كمرحلتي مطر ، في برقة .

من هذا نرى أن الشواهد الاستراتيجرافية والباليونتولوجية والأركيولوجية في سواحل برقة تقتصر على أواخر عصر البليوستوسين ، فهي تعطينا فكرة طيبة عن

الذبذبات المناخية فى إقليم برقة أثناء آخر فترة باردة وهى فترة فورم ، لكنها ، بناء على الموقف العلمى الحالى ، لا توغل فى القدم لأكثر من هذا ؛ فلم يعثر حتى الآن ، ولا ينتظر العثور فى المستقبل ، على رواسب بحرية أو قارية فى النطاق الساحلى تنسب لفترات باردة أقدم .

وترتبط بالتغيرات المناخية التى حدثت فى الزمن الرابع ويدلّ عليها مورفولوجيا تكوين الأرصفة البحرية . وهى أثر من آثار الذبذبات الرأسية فى مستوى البحر أثناء عصر البليوستوسين . هذه الذبذبات التى حدثت نتيجة لتراكم الجليد فوق اليابس ، ثم انحساره عنه بالانصهار ، وهى الذبذبات التى يمكن أن نطلق عليها « الذبذبات الجليدية فى منسوب البحار » أو « الذبذبات الإيوستاتية» . وهى النوع الوحيد الذى يمكننا تتبعه عبر مسافات شاسعة ، وإجراء المقارنات والربط بين مناسيبها حول سواحل العالم . ويمكن التعرف على المناسيب العالية السالفة لمياه البحار (خطوط الشواطىء القديمة أو الأرصفة البحرية) باعتبارها تمثل ذبذبات جليدية إيوستاتية عندما يتبين من دراسة الرواسب والتكوينات وما تحويه من حفريات نباتية وحيوانية ، أو من دراسة نوع وطبيعة التعرية والإرساب أنها قد حدثت أثناء فترة دفيئة . وطبيعى أن تساهم الحركات التكتونية أو التوازنية (الأيزوستاتية) فى ذلك ، إذ ينبغى أخذها فى الاعتبار ، خصوصاً حينما نجد الأرصفة البحرية القديمة على منسوب أعلى بكثير من خط الشاطىء الحالى .

وما تزال مسألة أصل نشأة مدرجات ساحل برقة والبطنان محل جدال بين الباحثين . وقد كانت تلك الدرجات أو بعض منها موضوع دراسة لكثير من البحاث نذكر منهم G. Stefanini (١٩٢٣) ، و M. Marchetti (١٩٣٤)، و A. Disio (١٩٣٩) و Mc Burney & Hey (١٩٥٥) ، وجودة (١٩٧٢) وذلك بالنسبة لأرصفة ساحل برقة . أما درجات ساحل البطنان فقد درسها كل من C. Migliorini (١٩٢٠) و C. Crema (١٩٢٥) ، و A. Disio (١٩٢٨ ، ١٩٣٩) .

ويبدو المنحدر الشمالى للجبل الأخضر مقطعاً بواسطة عدد من العيوب التى تجرى لمسافات كبيرة موازية لخط الساحل ، وفوالق أخرى تمتد موازية لخط

ساحل البطنان . ويرى دزيو أن العيوب المذكورة قد أنشأت سلسلة من الدرجات . ويعتقد أن الأسطح التى تقع أعلى وأسفل الحافات العيبية تماثل المدرجات التركيبية . أما هيي Hey (١٩٥٥) فيرى أن كل مدرجات شمال برقة قد نشأت نتيجة للتعرية البحرية ، فهى أرصفة بحرية ، كما يعتقد أنه من الممكن تفسير عدم انتظام ارتفاع أكبر المدرجات بعمليات تحطيم تكتونية حدثت عقب تكوين المدرجات .

ومن خلال الدراسات القديمة التى قام بها دزيو عام ١٩٣٩ ، استنتج أن المدرجات العليا ، التى وجد أنها محدودة بخطوط انكسارية واضحة ، هى مظاهر للسطح التحاتى القديم للجبل الأخضر ، هبط فى هيئة درجات صوب الشمال نتيجة لتحركات كتليّة حدثت على سطوح الفوالق . ولكى يتفق رأى دزيو الذى يقول بالنشأة الانكسارية للأرصفة مع ما يدّعيه هيي من أن كل سطوح الدرجات من صنع التعرية البحرية ، فإنه ينبغى افتراض أن الصدوع أقدم ، وأن الحافات الانكسارية قد أزيلت بواسطة التعرية . وهذا يتناقض مع ما يؤكده دزيو الذى يسوق أدلة تشير إلى أن عمر هذه العيوب أحدث ، ويرى أنها بليوسينية النشأة ، بل يذهب أبعد من ذلك ويقول باحتمال حدوثها فى عصر البليوستوسين ، استناداً على دراسات مماثلة فى أجزاء كثيرة من سواحل البحر المتوسط . ويتضح من دراسات مرشيتي Marchetti أنه حتى الفوالق الحديثة النشأة قد تسببت فى تكوين درجات طبوغرافية ، ومثالها العيوب التى تمر بالقرب من منطقة مخيلى ..

ونحن لا نعرف أحداً من الباحثين قد أشار إلى عثوره فوق الدرجات العليا على أثر من آثار فعل التحات البحرى كالفجوات والثقوب ... ، أو على رواسب بحرية تنتمى لما بعد عصر الميوسين . ونخلص من هذا وذاك إلى أنه بناء على الموقف العلمى الحالى ما يزال باب مشكلة تكوين درجات برقة مفتوحاً للنقاش .

ومع هذا فإننا سنحاول فى السطور التالية تصنيف درجات الجبل الأخضر حسب المنسوب والمظهر ، والخروج بتفسير يتفق مع ما أمكن الوصول إليه فى جهات متعددة من سواحل البحر المتوسط . وكأساس لمحاولتنا هذه سنضع نصب العين أنه لا يشترط بالضرورة إرجاع نشأة كل المدرجات لعامل واحد ، فهناك

من درجات الجبل الأخضر الساحلية ما قد تُعزى نشأتها إلى العيوب ، ومنها ما قد تدين بتشكيلها إلى التعرية البحرية .

ومن الممكن أن نميز نمطين من المدرجات فى إقليم برقة .

نمط يعلو : منسوب ٢٠٠ متر ، وتتصف درجاته بسطوح مموجة وغير منتظمة، وتخلو من آثار التعرية البحرية والإرساب البحرى فيما بعد عصر الميوسين، وتتفق امتداداتها مع خطوط عيبية . ويبدو أن هذا النمط من المدرجات يمثل بقايا سطح تحاتى قديم هبط فى هيئة درجات نتيجة لحركة تكتونية على امتداد سطوح انزلاق صدعية .

والنمط الثانى : يقع أدنى من منسوب ٢٠٠ متر ، ويختلف عن النمط الأول فى أنه أكثر استقامة وانبساطاً . ويتميز بتعدد درجاته ، وقلة اتساعها نسبياً ، وبانحدارها الهين المنتظم تجاه البحر . ويمكن العثور فى أسطحها الصخرية على رواسب بليوستوسينية بعضها هوائى ، وبعضها الآخر قد تمّ إرسابه بواسطة البحر .

والرواسب البحرية أقل انتشاراً من الهوائية ، وينحصر وجودها على الخصوص فى الأجزاء الداخلية من أسطح المدرجات حيث استقرت فى مواضع حفظ مناسبة . وهى تشاهد عادة فى هيئة رقع ضيقة متقطعة عند حضيض الجروف ، وتحوى بقايا أحياء بحرية ، ومجمعات صخرية من الصوان . أما الرواسب الهوائية فهى أكثر انتشاراً ، وتوجد على امتداد الهوامش الداخلية للأرصفة على هيئة أشرطة أو شطوط ، ومن الممكن مشاهدتها أيضاً على واجهات الجروف .

وتتصف الرواسب سواء كانت بحرية أو هوائية بالتماسك والاندماج وتبدو ملتصقة بشدة بالأساس الصخرى الذى يبدو مكشوفاً ظاهراً فى معظمه ... هذا النمط من الدرجات يمثل الأرصفة الساحلية التى نشأت بفعل التعرية البحرية فى الجبل الأخضر .

وتقع مدرجات النمط الأول (الإنكسارى النشأة) أعلى منسوباً من مدرجات النمط الثانى كما أسلفنا . وهى تشكل مستويين رئيسيين يتفقان مع

الصدعين الرئيسيين . ويبلغ عدد المدرجات الساحلية من النمط الثانى سبع ، وهى أرصفة لا يشك فى نشأتها عن طريق التعرية البحرية ، مع التحفظ بالنسبة للدرجات التى يتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠ ـ ١٠٠ متر . فقد تبين لنا من دراستها أن العمليات التكتونية قد شاركت فى نشأتها ، وهذا ما سنشير إليه بعد قليل . وتتفق هذه الدرجات السبع مع عدد مماثل من خطوط الشواطىء القديمة التى ميّزها هيي (١٩٥٥ ، ص ٧١) على المناسيب الآتية فوق مستوى البحر الحالى :

٢٠٠ ـ ١٤٠ متر (شاطئان بحريان ؟)

٩٠ ـ ٧٠ متر رصيف صقلى

٥٥ ـ ٤٤ متر رصيف ميلازى

٤٠ ـ ٣٥ متر رصيف تيرانى

٢٥ ـ ١٥ متر رصيف موناستيرى

٦ متر (الفترة الدفيئة الأخيرة أو مرحلة دفيئة قطعت آخر فترة جليدية وهى فترة ڤورم) .

وإذا ما وضعنا أرقام مناسيب خطوط الشواطىء البحرية هذه فى إطار مقارنة مع أرصفة سواحل حوض البحر المتوسط على نحو ما يوضحه الجدول رقم (١) لأمكننا استخلاص النتائج الآتية :

١ ـ خط الشاطىء عند منسوب ٦ متر الذى أرجعه هيي للفترة الدفيئة الأخيرة أو لمرحلة انقطاع دفيئة فصلت جليد الفورم ، ينبغى تصحيح عمره ، وتأريخه بفترة ما بعد الجليد ، فهو يوازى رصيف موناستير «٢» فى جهات أخرى من سواحل حوض البحر المتوسط .

٢ ـ الشاطئان البحريان العلويان (على مناسيب ١٤٠ ـ ٢٠٠ متر) اللذان أشار إليهما هيي بعلامة استفهام لأنه لم يستطع تأريخهما ، ينبغى إرجاع عمرهما إلى الفترة الكلابرية فى أوائل عصر البليوستوسين (انظر الجدول رقم (١).

هذا وقد سبق أن أشرنا إلى أن الدّرجات التى تقع دون منسوب ٢٠٠ متر هى درجات بحرية النشأة ، وذلك تمشياً مع المؤيدين للنظام الإيوستاتى والذين يضعون نشأة الرصيفين الكلابرى والصقلى فيما قبل جليد الجونز . ولما كانت الفترة الزمنية السابقة لفترة جليد الجونز طويلة جداً (يقدرها بعض الباحثين بنصف عصر البليوستوسين على الأقل) ، ولم يتم تصنيفها بوضوح ودقة حتى الآن ، ولما كان الحدّ الفاصل بين عصرى البليوسين والبلوستوسين يقع أسفل الرصيف الكلابرى ، فإن الباب ليظل مفتوحاً لكل التقديرات والآراء الخاصة بوضع نظم للذبذبات فى مستوى مياه البحر أثناء عصر البليوستوسين القديم .

والتحفّظ الذى أشرت إليه بالنسبة لنشأة الدرجات التى يتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠ ـ ١٠٠ متر له ما يبرره ، وهى الدرجات التى توازى الرصيف الكلابرى الذى يقع على منسوب يصل إلى حوالى ١٨٠ مترا فوق مستوى البحر الحالى . فهى تبدو فى شكل مسطحات أرضية قديمة رُفعت بشدة نتيجة لحركات تكتونية. وهذه الرقاع الأرضية تمتد بهيئتها هذه على طول سواحل طويلة فى شمال أفريقيا وجنوب أوربا وجنوب آسيا . ونحن نرى ، بناء على مظهرها وعلى عمرها (ما قبل فترة جونز الجليدية) ، بأن الذبذبات الجليدية الإيوستاتية لم تشارك فى تكوينها . وهذا لا ينفى أثر البحر فى تكوينها قبل أن تصيبها حركة الرفع .

أما الرصيف الصقلى ، وارتفاعه فى سواحل برقة لا يزيد على ٩٠ متراً ، فقد نشأ أثناء فترة بليوستوسينية دفيئة سبقت جليد جونز . ونرى أنه أثناء تكوينه لم يكن جليد الغطاءات الجليدية الداخلية فوق القارة القطبية الجنوبية وفوق المناطق الجليدية الأخرى قد تراكم بشكله الحالى على الأقل . ولهذا فإنه فى وقت تكوين هذا الرصيف البحرى كان مستوى مياه البحار العالمية أكثر ارتفاعاً منه فى العصر الحالى (بحدّ أقصى ٩٥ متراً أعلى منه حالياً) . وفوق مثل هذا المنسوب كانت تقع حينذاك مدرجات الرصيف الصقلى. أما الرصيفان الميلازّى والتيرانى رقم «١» فيمثلهما فى ساحل برقة خطان شاطئيان قديمان على ارتفاعي ٥٥ مترا و ٤٠ مترا فوق مستوى مياه البحر الحالى .

ولما كانت مدرجات برقة والبطنان تقع على طول سواحل عانت وتعانى

من حركات رفع تكتونية ، فإننا نميل إلى افتراض حدوث حركات أرضية محلية ساهمت فى رفع تلك الأرصفة البحرية ، بالإضافة إلى الازدياد المستمر فى تراكم الجليد فوق قارة أنتاركتيكا . ونحن نفضل هذا التفسير (لموقع هذه الأرصفة على ارتفاعات كبيرة نسبياً فوق مستوى البحر فى عصرنا الدفىء الحاضر) على غيره كافتراض حدوث حركة هبوط عامة وتدريجية أصابت قاع البحر العميق أثناء عصر البليوستوسين .

وتتكرر الظواهر الجيومورفولوجية العامة لبرقة فى هضبة البطنان ، ولكن بشكل مخفف إلى حد كبير . فهنا أيضاً يجرى خط تقسيم المياه بالقرب من ساحل البحر المتوسط وموازياً له فوق حافة عريضة غير منتظمة الانحدار ، إذ ينحدر سفحها الجنوبى انحداراً سهلاً نحو الجنوب إلى ارتفاع نحو مائه متر ، أى إلى حافة الدرجة التى تحدّد هامش منخفض جغبوب ـ جالو ، بينما يميل سفحها الشمالى وينحدر انحداراً أشد بكثير صوب البحر . ومرة أخرى ، كما فى برقة ، يتقطع السفح الشمالى بسلسلة متتابعة من المدرجات فى اتجاه البحر .

وتحتاج مدرجات البطنان لدراسة حديثة متكاملة . فالدراسات التى نُشرت عنها قديمة وناقصة . وإذا ما أردنا إقامة استمرار أو موازاة بين مدرجات برقة ومدرجات البطنان فإننا سنجد الأمر صعباً . ففى البطنان تبدأ الأرصفة من الغرب فى خليج بمبه بسلسلة من تموجات أرضية هينة . فإذا ما اقتربنا من وادى بلفاريس Belfarais تظهر الدرجة الأولى أو السفلى . وهى تقع على ارتفاع نحو مائة متر فوق مستوى البحر ، وتستمر فى الارتفاع كلما اتجهنا شرقاً حيث تبلغ علواً فيما بين رأس المحيطة ومرسى العودة يجعلها بمثابة الدرجة الثانية ، إذ تظهر درجات أخرى أسفلها فى اتجاه البحر . وعند أسفل هذه الدرجة يمتد سهل ساحلى فى شكل شريط ضيق على طول خليج بمبه ، ثم يأخذ فى الارتفاع التدريجى إلى شرقى عين الغزالة .

وتجاه البحر تظهر حافة درجة جديدة تبقى منخفضة حتى رأس المحيطة ، ثم ترتفع بعدها بسرعة حتى مرسى العودة ، وتعود إلى الانخفاض مرة أخرى إلى الشرق من الأخيرة . وتصبح الدرجة الأولى (السفلى) بمثابة الدرجة الثانية

(العليا) على نحو ما أسلفنا ، وذلك فيما بين رأس المحيطة ومرسى العودة . ويبدو أن هذه الدرجة تنقسم هنا إلى درجات ثانوية ، كما تظهر درجات أخرى بالاتجاه نزولاً نحو البحر . ويرتفع المدرج العلوى تدريجياً فى اتجاه الجنوب حتى نصل إلى خط تقسيم المياه بين البحر المتوسط والأحواض الداخلية . وتمثل خط التقسيم هنا حافّة يبلغ أقصى ارتفاع لها فى هذا النطاق نحو ٢١٢ متراً .

وفى منطقة طبرق يمكن مشاهدة خمس درجات سبق أن وصفها كريما C. Crema عام ١٩٢٥ ، وقال بأنها ناشئة عن التعرية البحرية . وارتفاعات الدرجات أو الأرصفة على النحول التالى

الرصيف الخامس (الأعلى)	١٥٠ متراً
الرصيف الرابع (العلوى) لم يذكر ارتفاعهما الرصيف الثالث	
الرصيف الثانى	٩٥ متراً
الرصيف الأول (الأسفل)	٥٠ متراً

وقد قام مجليوريني C. Migliorini بدراسة مدرجات طبرق عام ١٩٢٠ ، وهو لم يحدد ارتفاعاتها . ويبدو من وصفه لها أنها مدرجات انكسارية . وهو وإن لم يذكر الدرجة العليا (الخامسة) ، إلا أنها تبدو مستقلة فى الرسم . وفى رأيه أن الرصيف الرابع والثالث والثانى تمر جميعاً فوق سطح واحد منحدر من الرصيف العلوى (الرابع) إلى الرصيف الأسفل . وبحسب هذا الوصف يرى الباحث المشار إليه وكذلك دزيو (١٩٧١) أن تلك الدرجات تمثل كتلا لسطح طبوغرافى قديم واحد ، تغيّرت مواضعها بواسطة العيوب .

وتستمر المدرجات ظاهرة واضحة حتى شرقى طبرق ، وإن كان عددها يتناقص عموماً فيصبح أربعة أرصفة أو ثلاثة حتى نصل إلى مرسى اللوك .

وبالتدريج يتناقص ارتفاع منسوب الهضبة ، وبالتالي يقل علو المدرجات حتى مشارف رأس الملح . وبالاتجاه شرقاً من الموقع الأخير ، ينحصر ظهور المدرجات في درجتين محددتين تحديداً حسناً . وتتميز الدرجة السفلى منهما بحافة مرتفعة وجرف شديد الانحدار ، لكنها تتلاشى قبل الوصول لموقع برديه . أما الدرجة العليا فيستمر امتدادها حتى بردية حيث تظهر هناك منفردة على ارتفاع يتراوح بين ١٠٠ ـ ٨٥ متراً .

وقد أشار دزيو (١٩٧١) إلى أنه فى بحثه عام ١٩٢٨ إرتأى أن رصيف بردية إنما نشأ بتأثير التعرية البحرية ، ثم عاد وغيّر رأيه فى عام ١٩٣٩ وأخذ بتفسير مجليوريني Migliorini الذى اعتبر الرصيف ذا نشأة انكسارية . وقد قاده للأخذ بهذا الرأى محاولته تفسير أصل نشأة بعض الأحواض الطولية التى تسمى « سجيفه » ، والتى تعترض انبساط سطوح الدرجات ، ووجد فى هذه النظرية خير تفسير لكيفية نشوء تلك الأحواض .

والواقع أن تفسير تكوين السجيفه بعمليات انكسارية ليبدو مستبعداً . ولا ينبغى لتعليل نشأتها ربطها بتكوين الدرجات عن طريق تكتونى . ولعل تفسير كيفية تكوينها يبدو وشيكاً إذا ما اعتبرناها بمثابة أودية تالية كانت تجرى لتتصل بالأودية الرئيسية التى تقطع الحافات وتجرى فوق أسطح الدرجات فى طريقها إلى البحر .

من هذا يمكننا أن نلاحظ تبايناً فى عدد الدرجات واختلافاً كبيراً فى ارتفاعاتها على امتداد الجبهة البحرية لهضبة البطنان ، كما نرى التردّد فى كيفية نشوئها : هل مدرجات البطنان قد تكونت نتيجة للتعرية البحرية على مراحل بسبب الذبذبات الإيوستاتية أثناء عصر البليوستوسين ؟ أم هى مظاهر لسطح تحاتى قديم تكسّر بواسطة العيوب وهبط فى درجات تجاه البحر ؟ .

وهنا أيضاً يمكننا القول ، كما سبق أن ارتأينا بالنسبة لمدرجات الجبل الأخضر ، بأن المدرجات التى لا تتمشى مع خطوط انكسارية واضحة هى فى واقع الأمر بحرية النشأة والتشكيل ، وهي الدرجات التي لا يتعدى ارتفاعها المائة متر فوق منسوب البحر الحالى . أما الأحواض الطولية أو السجيفة التى ترصّع

أسطح الدرجات فهى فى الأصل إما مجارى أودية تالية ، أو أنها ناجّة عن عمليات الاختيار التحاتية سواء كان ذلك بفعل النحت البحرى وقت تكوين الدرجات ، أو بتأثير العمليات الكارستية أو بفعلهما معاً . ويمكن تفسير عدم الانتظام فى توزيع ارتفاعات الدرجات عن طريق حركات تكتونية حديثة أدّت إلى تشويه الدرجات بعد نشوئها .

ويحسن بنا وقد وصلنا إلى الحدود المصرية مع ليبيا أن نشير إلى الدراسات الحديثة التى أجريت بساحل البطنان المصرى . فبحسب الأبحاث التى قام بها شكرى وفيليب وسعيد عام ١٩٥٦ فى النطاق الساحلى الواقع بين السلوم ومرسى مطروح توجد أرصفة بحرية على مستويات مختلفة، وارتفاعاتها التقريبية كما يلى:

٢٠٠	متر	رصيف كلابري
١٠٠	متر	رصيف صقلى
٦٠	متر	رصيف ميلازى
٣٥	متر	رصيف تيرانى
٢٥	متر	رصيف موناستيرى
٧	متر	رصيف أواخر موناستيرى

وبمقارنة المدرجات على الجانبين المصرى والليبي من البطنان نرى أن مناسيب الأرصفة ليست متناسقة . وفى اعتقادنا أن هذا يرجع إلى نقص فى الدراسة على الجانب الليبي من البطنان نظراً لأن أبحاث كل من مجليورينى Migliorini وكريما Crema غير مكتملة كما سبق أن رأينا .

هذا وقد قام البحاث المصريون الثلاثة المشار إليهم بدراسة وافية وكاملة ، شملت أبحاثاً ميكرو باليونتولوجية ، على الحواجز المكونة من صخور جيرية حبيبية، والتى تمتد على طول النطاق الساحلى غربى الإسكندرية ، وقد توصلوا إلى النتائج التى يجدها القارىء ملخّصة فى الجدول رقم ٢ .

اسم الحاضر	ارتفاعه بالأمتار	تأريخه
علم شلتوت	١١٠	صقلى أ
رقبة الحالف	٩٠	صقلى ب
المخيرطة	٨٥	صقلى جـ
علم الخادم	٨٠	صقلى د
خشم الكيش	٦٠	ميلازي
جبل مريوط	٣٥	تيرانى
أبو صير	٢٥	موناستيرى رئيسي
الحاجز الساحلى	١٠	أواخر موناستيرى
جزيرة المرفأ	صفر (منسوب البحر الحالى)	ما قبل العصر الرومانى (تكوّن أثناء دور هبوط فى منسوب البحر) .

جدول (٢) الحواجز الجيرية غربى الإسكندرية ومناسيبها

وهذه الحواجز فى رأى البعض (ومنهم شكرى ١٩٥٦ ، وزوينر Zeuner ١٩٥٩) عبارة عن سلاسل تلالية تمثل حواجز بحرية أو ألسنة بحرية ، وتتركب من حبيبات رملية جيرية متماسكة . وتفصل الحواجز عن بعضها منخفضات كانت بحيرات ساحلية (لاجونات) تحوى رواسب بحيرية يتعاقب فى طياتها الجبس والمارل . وفى رأى البعض الآخر (ومنهم هيوم Hume ١٩٢٨ ، وعبده شطا ١٩٥٥ ، ١٩٥٧) ما هى إلا كثبان رملية ساحلية تكونت بفعل الرياح الشمالية الغربية على امتداد شواطىء بحرية قديمة ، وقد تماسكت حبيبات الرمال الجيرية بفعل التجوية الكيميائية وذلك عن طريق الإذابة بمياه المطر ثم إعادة التبلور والتماسك بعد الجفاف . وقد جرت موازاتها بالأرصفة البحرية فى سواحل حوض البحر المتوسط عن طريق تحديد مناسيبها على نحو ما يوضحه الجدول رقم (٢) .

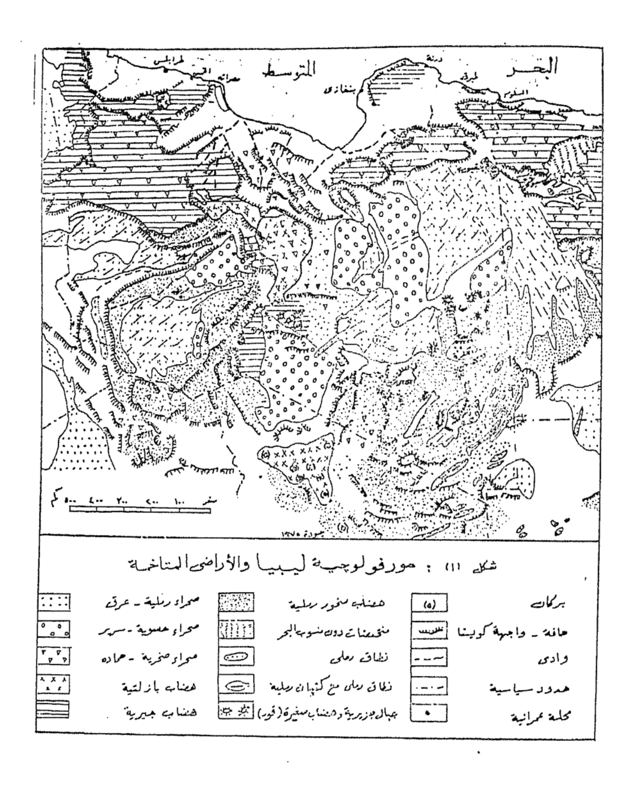
وإذا ما أجرينا مقارنة بين مناسيب أرصفة البطنان المصرية والحواجز البحرية

المصرية ومناسيب الدرجات أو خطوط الشواطىء القديمة فى برقة ، فإننا سنجد اتفاقاً وتناسقاً كبيراً بينها (انظر الجدولين ١ ، ٢) ، ولا يشذ عن ذلك سوى خط الشاطىء ١٤٠ مترا فى برقة الذى لا وجود له فى سواحل مصر ، والذى يمكن اعتباره درجة كلابرية . وقد سبق لنا أن أشرنا أن جميع أرصفة سواحل حوض البحر المتوسط التى تنسب للفترة الكلابرية مشكوك فى أصلها البحرى . ونحن نرى ، مع معظم الكتاب ، بأنها تكتونية النشأة .

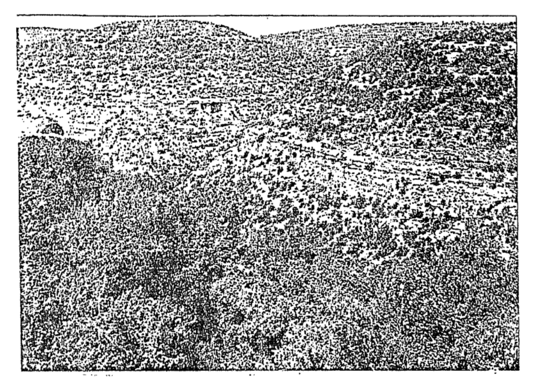
ويرتبط بالتغيرات المناخية التى حدثت أثناء الزمن الرابع ويدل عليها جيومورفولوجيا (عدا الأرصفة البحرية) تكوين المدرجات الحصويّة على القطاعات العرضية للمجارى النهرية ، وظهور نقط تجديد الشباب على قطاعاتها الطولية . ووجود هذه وتلك يعتبر مشيراً إلى تغيّر فى مستوى القاعدة ، وهو بالنسبة لأودية برقة منسوب البحر المتوسط . ففى وادى القطارة أمكن اكتشاف تسع درجات نهرية (جودة ١٩٧٣ ، صفحات ٨٦ ـ ٩٦) تقع على جوانب الوادى الرئيسى ابتداء من قسمه المعروف باسم « رقبة الناقة » حتى مصبه فى البحر (جودة ١٩٧٣ ، أشكال ٢٣ ، ٢٤ ، ٢٥) ، وجرت موازاتها بنقاط تجديد الشباب على القطاع الطولى للوادى (جودة ١٩٧٣ ، شكل ٢٦) وبخطوط الشواطىء القديمة فى ساحل برقة وفى سواحل البحر المتوسط (جدول١) ، وتمّ تقييمها على النحو التالى (جودة ١٩٧٣ ، ص ٩٤) :ـ

« والمدرجات الخمسة الأقدم بلايوسينية ـ بلايوستوسينية . وبعض منها يقابل الرصيف البحرى الكلابرى . وأغلب الظن أنها نشأت مع نقط التجديد التى توازيها نتيجة لحركات تكتونية ، ومثلها الرصيف الكلابرى فهو رصيف أيزوستاتى . والمدرجات الأخرى مع ما يصاحبها من نقط التجديد ناشئة فى أكبر الاحتمالات عن ذبذبات إيوستاتية فى مستوى القاعدة تعاصر مناسيب البحر الصقلية والميلازية والتيرانية . ويفتقر قطاع الوادى لنقطة انقطاع تقابل منسوب البحر الموناستيرى رقم (١) الذى يمثله هنا تكوينات التيراروسّا ابتداء من منسوب ٢٧ مترا . وأخيراً توازى تكوينات الرمل البحرية ونقطة التجديد على ارتفاع ١٠ متر الرصيف الموناستيرى رقم (٢) » .

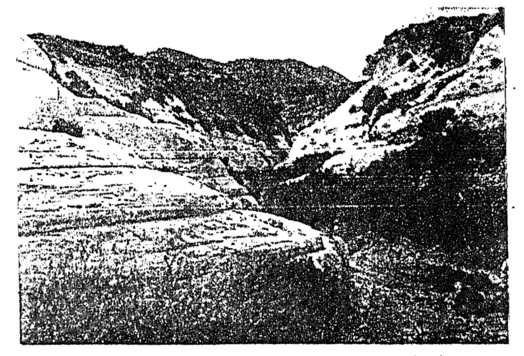
وبناء على الدراسات والمقارنات التى أوردناها يمكننا القول بحدوث خمس فترات مطيرة فى برقة أثناء الزمن الرابع تعاصر خمس فترات باردة أو جليدية فى وسط أوربا . ويتضح لنا من التكرار المتشابه لظروف المطر والجليد أن فترات الجليد الأوربية كانت تتحكم فى ظهور فترات المطر فى برقة . وقد كان يصحب المطر انخفاض فى درجات الحرارة ، وعمليات انسياب أرضى ، وهبوط شديد لحدود فعل الصقيع . فقد سبق لجودة (١٩٧٥ ـ بحث وادى ورنة) الإعلان عن وجود اسكرى بليوستوسيني من عمرين مختلفين فى أودية برقة الشمالية ، ونسبهما لدورين مطيرين باردين (أكثر برودة بكثير من الوقت الحالى) يقعان فى البليوستوسين الحديث . وقد عزى تكوين مواد الاسكرى لفعل الصقيع . وفى مدرجات وادى القطارة (جودة ١٩٧٣) ينتشر وجود الكتل الصخرية الجيرية المتفاوتة الأحجام وكلها خشنة حادة الحواف . وهى تظهر إما مختلطة بحصى المدرجات أو مكوّنة لنطاق منفرد يتركب كلية منها . وهى قد تندمج فى بريشيا بواسطة التيرا روسًا كمادة لاحمة وكلها شواهد تدل على زيادة فى معدلات الرطوبة والتبريد وفعل الصقيع أثناء فترات معلومة من عصر البليوستوسين .



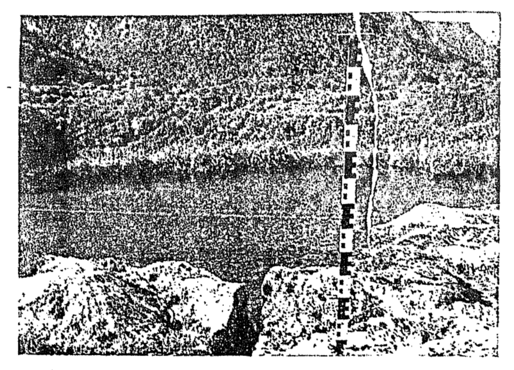
شكل (١) : مورفولوجية ليبيا والأراضي المتاخمة



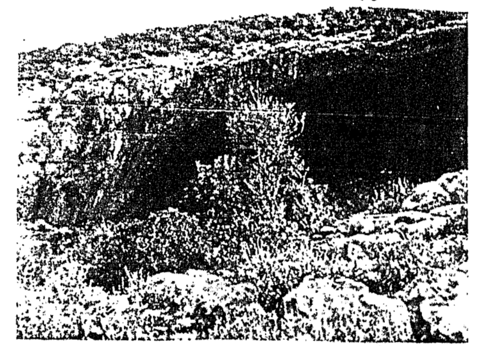
شكل (٢) جزء من منطقة الجبل الأخضر بالقرب من شحات وفيه تظهر قمم المرتفعات التى تمثل قاعدة المدرج الأول بالمنطقة



شكل (٣) أحد أودية الجبل الأخضر ، حيث يظهر مصب وادى الأثرون بمنعطفاته الناتجة عن تجدد الشباب .



شكل (٤) براك نوط بمنطقة الجبل الأخضر ، إحدى البحيرات الكارستية التى تنتشر بالمنطقة .



شكل (٥) هوى أفطيح بمنطقة الجبل الأخضر ، نموذج للحفر الكارستية الانهيارية .

المراجـــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى ، أبحاث فى الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية .

جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر فى الصحراء الكبرى الأفريقية ، بحث فى الجيومورفولوجية المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب ـ جامعة الإسكندرية .

جودة حسنين جودة (١٩٧٣) : أبحاث فى جيومورفولوجية الأراضى الليبية . منشورات جامعة بنغازى .

Buedel, J. (1965) : Eiszeitalter und heutiges Erdbild. Die Umschau, Heft 1 .

Conan, L. V. and Goudarzi, C. H. (1964· Geologic Map of Libya scale 1 : 2,000,000 .

Cotton, Ch. (1963) : The question of high pleistocene shorelines. Trans. Roy. Soc. New Zealand (Geol.) 2. 5. Wellington .

Crema, C. (1925) : Le " Seghife " particolaritâ morfologica dei dintorni di Tobruch. Atti. IX Congr. Geogr Itat. Vol. II, Genova .

Depéret, C. (1928) : Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires . C. R. Acad. Sci. Paris.

Desio, A. (1928) : Resultati scientifica della Missioni alla Oasi di Giarabub (1926 - 27). Parte J : La Morfologia Pubbl. della R. Soc. Geogr. Ital, Roma .

Desio, A. (1939) : Studi morfologici sulla Libia orientale. Missione Scient. R. Accad. d'Italia a Cufra, Vol. II, Roma .

Desio, A. (1953) : Bréve synthése de l'évolution morphologique du

territoire de la Libye. Bull. Soc. Royale de Géogr. d'Egypte, t. XXV., pp. 9-21, Cairo .

Desio, A. (1971) : Outlines and Problems of the Geomorphological Evolution of Libya from the Tertiary to the present day. Symposium on the Geology of Libya. Tripoli .

Flohn, H. (1963) : Zur meteorologischen Interpretation der pleistozaenen Klimaschwankungen. Eiseitalter und Gegenwart 14; Oeringen / Wuertenberg .

Hey, R. W. (1956) : The Geomorphology and Tectonics of the Jebel Akhdar (Cyrenaica). Geol. Mag., Vol. XCIII, No. 1, pp. 1 - 14, Herford .

Hey, R. W. (1962) : Quaternary and Palaeolithic of Northern Libya. Quaternaria, Vol. VI, Roma .

Hey, R. W. (1963) : Pleistocene screes in Cyrenaica (Libya). Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 14, Oehringen .

Hey, R. W. (1968a) : The Geomorphology of the Jebel al-Akhdar and Adjoining Areas. Petroleum Expl. Soc. of Libya. 10th Annual. Field Conf., Tripoli .

Hey, R. W. (1968b) : The Quaternany Geology of the Jebel al-Akhdar Coast. Petroleum Expl. Soc. of Libya, 10th Annual Field Conf., Tripoli .

Hume, W. F. and Little, O. H. (1928) : Raised Beaches and Terraces of Egypt. Union Geogr. Inter., Paris.

Knentsch, G. (1942) : Mitteilungen ueber neue Beobachtungen zur Geologie der Marmarica. Geol. Rundschau, Vol. 33, Leizbig.

Marchetti, M. (1934) : Note illustrative per un abbozzo di carta

geologica della Cirenaica. Boll. Soc. Geol. Ital., Vol. LIII, fasc. 2, Roma .

McBurney, C. M. B. and Hey, R. W. (1955) : Prehistory and pleistocene Geology in Cyrenaican Libya. Cambridge University Press, Cambridge .

Migliorini, C. I. (1920) : Geologia e Paleontologia dei dintorni di Tobruc. Palaeont. Italica, Vol. XXVI, Pisa .

Monod, T. (1938) : Sur quelques coquilles marines du Sahara et du Soudan. Paris .

Moseley. F. (1965) : Plateau calcrete, calcreted gravels, cemented dunes and related deposits of the Maalegh-Bomba region of Libya, Zeitsch. fuer Geomorph. N. F., Bd. 9, Leipzig .

Shata, A. (1955) : An introductory note on the Geology of the northern portion of the Western Desert of Egypt. Bull. Desert Inst. T. V., 2., Cairo .

Shata, A. (1957) : Remarks on the physiography of El-Amiria - Maryut Area. Bull. Coc. Egypte, T. XXX. Cairo .

Shukri, N. M., Philip, G. and Said, R. (1956) : The Geology of the Mediterranean Coast between Rosetta and Bardia. Part II, Pleistocene Sediments : Geomorphology and microfacies. Bull. Inst. Egypte, T. XXXVIII, fasc. 2, pp. 395 - 427, Le Caire .

Sterfanini, G. (1923) : Fossili terziari della Cirenaica, Palaeont. Italica, Vol. 27, Pisa .

Woldstedt, P. (1966) : Ablauf des Eiszeitalters. Eiszeitalter und Gegenwart, 17, Oehringen .

Zeuner, F. E. (1959) : The Pleistocene Period, 2d. Ed. London .

البحث الخامس

جيومورفولوجية الجبل الغربى منذ نشوئه حتى العصر الحديث



جيومورفولوجية الجبل الغربى
منذ نشوئه حتى العصر الحديث

يتضح من توزيع التكوينات الجيولوجية فى الأراضى الليبية ، أن إقليم طرابلس قد بدأ فى الظهور فوق صفحة مياه البحر فى أواخر الزمن الثانى ، وأوائل الزمن الثالث . وقد كان البحر ينحسر عن الإقليم فى اتجاه الشمال ، فظهرت هضبة الحماده الحمراء فى الجنوب قبل بروز جبل طرابلس ، وهذا ما تعززه الدراسة التى قام بها هاينس Haynes عام ١٩٦٢ ، إذ وجد أن أحدث الرواسب البحرية فى الحمادة الحمراء تنتمى لعصر الباليوسين . ولقد يقال بإمكانية وجود رواسب أحدث تنتمى لعصر لاحق ، كانت تغطى الهضبة ثم أزالتها فيما بعد عوامل التعرية ، لكننا على أى حال لا نملك شاهداً على ذلك .

وما إن حلّ عصر الإيوسين حتى كان قسم كبير من إقليم طرابلس قد أصبح أرضاً يابسة . ومن المرجح أن اكتمال الظهور النهائى للمنطقة فوق منسوب البحر قد حدث فى الإيوسين الأسفل ، وذلك باستثناء النطاق الساحلى المعروف بسهل الجفارة ، الذى ظل مغموراً بمياه البحر فترة أطول من ذلك بكثير ، ومرّ فى أدوار نمو وتطور سيرد ذكرها فيما بعد . وعلى أى حال فإن أحدث الطبقات الصخرية التى تغطيه تنتمى لعصر الميوسين .

وفى أثناء عصر الإيوسين امتد اليابس الليبي الغربى بلا انقطاع من الجنوب ، من إقليم فزّان ، الذى بدأ ظهوره فوق منسوب البحر منذ الزمن الثانى ، عبر الحمادة الحمراء (التى ظهرت فى عصر الباليوسين) ، وجبل طرابلس (الذى برز فى الإيوسين الأسفل) إلى خط ساحل كان يجرى فى اتجاه عام من شمال الشمال الغربى نحو جنوب الجنوب الشرقى فيما بين خطى طول ١٤° و ١٦° شرقاً . وكان خط الساحل هذا يكوّن الحدّ الفاصل بين اليابس الليبي الغربى ، وبين مياه خليج سرت القديم فى الشرق ، الذى كان يمتد من بحر تيثيس كذراع بحرى ، ويتوغل جنوباً حتى دائرة العرض ٢٢ شمالاً ، باتساع شرقى غربى تتراوح بين ٣٠٠ ــ ٣٥٠ كيلو مترا .

ويمكننا بناء على ذلك أن نرجح تأريخ بداية التطور الجيومورفولوجى للقسم الشمالى الغربى من أرض ليبيا بأوائل عصر الإيوسين ، حيث كان قد اكتمل بروز ذلك القسم فوق منسوب البحر ، وأصبح مكشوفاً للعمليات الجيومورفولوجية المناخية . وإنه لمن الصعب استقراء أحداث هذا التطور من البيئة الحالية . ويعتبر جبل طرابلس هو الظاهرة الواضحة الوحيدة ، فهو يتسم بتنوع فى معالمه ، ويحتفظ بأشكال يمكن أن نستشف منها معلومات عن الماضى الجيومورفولوجى .

أما الحمادة الحمراء فهى هضبة ضخمة تبلغ مساحتها أكثر من ١٠٠,٠٠٠ كم٢ ، وتمتد من جبل نفوسة فى الشمال إلى وادى الشاطىء فى الجنوب ، ذلك الوادى الذى يحدد تخوم إقليم فزان من جهة الشمال . وتنحدر الهضبة انحداراً هيّناً نحو الجنوب ، وهو انحدار يتمشى مع ميل الطبقات الصخرية التى تتركب منها الهضبة وهى تكاد تخلو من الأشكال الأرضية ، ولا يقطع انتظام سطحها وتناسقه سوى بعض الكويستات التى تظهر على امتداد الحدود الفاصلة بين التكوينات الشائعة لكل من عصرى البلايوسين والكريتاسى الأعلى . كما تظهر على سطح الهضبة أحياناً سلاسل من القور ، وهى تلك التلال المنبسطة الأعالى ، والتى تمثل بقايا تعرية سطح هضبى قديم أعلى وأقدم من السطح الحالى ، ولا يزيد ارتفاعها عادة على ٥٠ متراً فوق المنسوب العام للحمادة الحمراء .

وإنه ليصعب استقراء جيومورفولوجية جبل طرابلس أثناء الباليوجين (النصف الأول من الزمن الثالث) ، خصوصاً أثناء الفترة التى سبقت تحديد معالم قسمه الشمالى من الوجهة التركيبية . ومع هذا فمن البحاث من يرى أن ظهور المنطقة فوق منسوب البحر كان معاصراً على وجه التقريب لحدوث العمليات التكتونية (دزيو ، ١٩٧١) .

وحين تأثرت منطقة طرابلس بحركات الرفع الأرضية ، تقوّست طبقاتها الصخرية فى هيئة ثنية محدبة غير منتظمة ، ينحدر جرمها العام فى اتجاه الشرق ، بينما تميل طبقات جانبها الشمالى بزاوية أكبر من زاوية ميل طبقات جانبها

الجنوبى . وحالما اتضحت معالم هذه الثنية المحدبة ، أصبح محورها يكوّن خط تقسيم مياه يوازى إلى حد كبير ساحل البحر المتوسط القديم ، وتدفّقت المجارى المائية التابعة على امتداد سفوح جوانبها .

وقد كانت المجارى المائية التى تتدفق من الثنية المحدبة جنوباً إلى حوض أوبارى محدودة النشاط ، نظراً لأن منطقة الهروج كانت فى نفس الوقت آخذة فى الارتفاع والظهور فوق صفحة الماء ، لتسدّ مخرج حوض أوبارى إلى خليج سرت القديم . وقد تمّ رفع الهروج ، واكتمل انسداد حوض أوبارى فى عصر الأوليجوسين . أما المجارى المائية التى كانت تنصرف نحو الشمال والشرق ، فقد كانت أقوى وأنشط ، نظراً لانخفاض مستوى القاعدة ، وهو منسوب البحر فى هذه الحالة ، ولهذا استطاعت أن تنشىء لنفسها أودية حسنة التحديد .

أما مرحلة التطور التى وصلت إليها تلك الأودية فأمر يستحيل تقريره ، وليس بمستبعد أن نرى اكتمال أكثر من دورة تعرية خلال تلك الفترة الزمنية الطويلة التى شملت قسماً من عصر الإيوسين وكل عصر الأوليجوسين . ويصح أيضاً افتراض أن السفح الشمالى للجبل الغربى كان حينذاك أكثر امتداداً جهة الشمال منه فى وقتنا الحاضر .

وفى عصر الأوليجوسين استطاعت التعرية أن تحوّل الإقليم إلى سهل تحاتى، ثم بدأ يعانى من عمليات تكتونية متكررة وحاسمة ، كان من نتيجتها ظهور الإقليم بتراكيبه وهيئته التى تشبه الوضع الذى تبدو به حالياً . وفى نهاية عصر الأوليجوسين ، بدأ الهبوط يصيب الكتلة الشمالية ، ويحتمل أن الاضطراب التكتونى قد اتخذ شكل التواء وحيد الجانب ، جانبه الشمالى هو الهابط ، وبالتالى فقد ازداد وضوح الثنية المحدبة . وقد تأكّد وضوح هذه الثنية فيما بعد ، نتيجة لتأثير عدد من العيوب الرئيسية التى أصابت النطاق الشمالى موازية للساحل، والتى ترتّب عليها هبوط لأراضى ذلك النطاق صوب الشمال فى شكل درجات .

وبسبب الهبوط السلمى الذى أصاب السطح التحاتى القديم لإقليم طرابلس ، والذى استمر أثناء عصر الإيوسين ، أن أصبح قسمه الشمالى الأقصى،

مع بداية عصر الميوسين ، مغموراً بمياه البحر المتوسط القديم . وفوق سطحه التحاتي المكّون من صخور كريتاسية ، ترسبت تكوينات بحرية تابعة للميوسين الأسفل ، تعلوها رواسب تنتمي للميوسين الأوسط .

ولكن ما إن حلّ **الميوسين الأعلى** حتى حدثت حركة معاكسة ، ترتّب عليها رفع هذا القسم الشمالي من إقليم طرابلس ، وظهوره فوق منسوب مياه البحر مرة أخرى . وكانت حركة الرفع رأسية في الغرب ، فارتفع الجزء الغربي بدون إلتواء ظاهر ، بينما حدث تقوس في شكل ثنية محدبة فسيحة في منطقة الخمس . أما إلى الشرق من الخمس ، فقد ترتب على عملية الرفع حدوث تكسر انتهى بسلسلة من العيوب السلمية ، تسببت في هبوط الرقعة الشرقية في اتجاه جنوبي شرقي ، ولكنها ظلت أرضاً يابسة ، فلم تهبط إلى ما دون منسوب البحر . ويرجح دزيو (١٩٧١) تكوينه منخفض (أخدود Graben) الجفرة إلى هذه الحقبة الزمنية (ميوسين أعلى ـ بليوسين) .

وقد نتج عن تقطع النطاق الشمالي لهضبة طرابلس بواسطة العيوب ، أن اضطرب نظام الأودية الذى كان نامياً فوق سفحها الشمالي ، بينما واصل نظام التصريف المائي البطيء فوق المنحدر الجنوبي للهضبة . وعلى الرغم من أن أودية الهضبة القديمة قد قطعت بواسطة عيوب أخرى في اتجاه الشرق ، إلا أن التقطع حدث بعيداً عن منابعها ، مما مكنها هذا من المحافظة على وجودها فترة أطول بكثير من الأودية التي كانت تجرى على السفح الشمالي ، كما أتاح لها أن تواصل التراجع البطيء لمنابعها . ولا شك أن هذا التباين في التطور الجيولوجي لإقليم طرابلس على سفوحه الثلاثة يمكن أن يفيد في تفسير اختلاف تطور نظام الأودية الحالي في مختلف أجزائه .

وقد بدأ سهل الجفارة الساحلي ، الذى اكتنفته العيوب السلمية من الشمال ومن الجنوب ، نموه الفزيوغرافي في حوالي نفس الوقت (ميوسين أعلى) . وحالما برز السهل فوق مستوى مياه البحر ، بدأت المجارى المائية التابعة من الجبل ، والتي تأثرت بالتقطيع العيبي ، تهبط إليه ، وتجرى فوقه ، وتنحر أوديتها فيه . ولكن نظراً لقلة انحدار السهل ، فإن حفر المجارى المائية كان قليلاً للغاية ،

وتلك ظاهرة نلحظها أيضاً فى أودية سهل بنغازى . وقد تراكمت كميات ضخمة من الرواسب النهرية عند أسافل سفح الجبل فى شكل مراوح رسوبية فسيحة ، ساعد على إرسابها شدة انحدار حافة الجبل ، وقلة انحدار سطح السهل، وعجز الأودية عن تكوين مجارى واضحة لها .

وحينما ننتقل للزمن الرابع ، سنجد أن الشواهد الاستراتيجرافية للتغيرات المناخية فى إقليم طرابلس ليست بالوضوح الذى رأيناه فى إقليم برقة . وهذا يرجع فى الواقع إلى أن الدراسات التى أجريت فى تكويناته تتسم بالتواضع وقلة الدقة ، ومعظمها قديم ، وأقلها حديث . وسنحاول فى السطور التالية تلخيص أهم نتائج تلك الأبحاث ، خصوصاً ما يتصل منها عن قرب بموضوعنا هذا .

تدل الدراسات القليلة التى أجريت فى سهل الحفارة على وجود رواسب بليوستوسينية أكثرها من أصل قارى ، وترتكز على الأساس الصخرى المكون من صخور ميوسينية بحرية النشأة . وقد عثر فى بعض المواضع الواقعة قرب الساحل على رواسب بحرية مطمورة فى طيّات الطبقات القارية . وأشار ليبارينى T. Lipparini (١٩٦٨) إلى وجود حفريات حيوانية تنتمى للفترة التيرانية فى عينات من رسوبيات استخرجها من آبار تخترق الرواسب المذكورة . ومن وصفه لقطاعات الآبار يمكن تلخيص التتابع الطبقى فى النقاط التالية :

١ ــ على السطح كثبان رملية نسبها ليبارينى لفترة ڤورم الجليدية .

٢ ــ أسفلها رمال صلصالية محمرة ، تحتوى على قواقع من نوع الهليسيلا Helicella ، وتتداخل فيها صحائف كلسية مندمجة حمراء مع وجود حبيبات سيليكية هوائية النمط .

٣ ــ رمال بحرية تحوى حفريات ترجع للقسم الأول من فترة جليد الڤورم.

٤ ــ رواسب بحرية بها حفريات تُنسب للفترة التيرانية .

٥ ــ رواسب من رمال صلصالية تحوى حفريات تنسب إلى فترة ريس الجليدية .

٦ ــ لم يعثر على حفريات حيوانية تنتمى لعصر البليوسين ولا للقسم

الأول من عصر البليوستوسين .

وقد وافق على هذا التتابع الطبقى بتفسيراته ، مع بعض التعديلات الطفيفة، هشت Hecht وفورست Fürst وكلتش Klitzsch (١٩٦٣). وهم يرون أن الرواسب التيرانية المذكورة آنفاً توازى تكوينات اجدابيا التى عثر عليها ووصفها دزيو فى إقليم سرت ، كما يوازونها أيضاً بالتكوينات الكلسية «Calcarinite» ، التى تحوى حفرية الكارديوم Cardium فى إقليم برقة . يضاف إلى ذلك أنهم ينسبون الصحائف الكلسية المتصلبة الحمراء ، التى عثر عليها فى كل من منطقة سرت وفى سهل الجفارة لفترة ڤيلافرانكا ، أى إلى فجر عصر البليوستوسين .

وقد أورد بارونا Parona وآخرون (١٩١٣) تتابعاً للرسوبيات فى ساحل طرابلس يختلف عن التتابع السابق ، نلخصه فيما يلى :

(١) حجر رملى ليّن علوى ، ويُعرف باسم الحجر الرملى الجرجاريشى Gargaresh Sandstone ، وهو يكوّن سلسلة من الكثبان الرملية الحفرية (القديمة) ، التى تمتد موازية للشاطىء .

(٢) رواسب رملية حمراء تحوى حفريات الهليكس Helix ، وهى من نوع تكوينات اللوس Loess ، وتمثل التربة الزراعية فى المنطقة . وتتغطى هذه الرواسب جزئياً برمال الجفارة الهوائية النشأة ، كما يغطيها الحجر الرملى الجرجاريشى فى بعض البقاع . وقد أشار بارونا إلى احتواء هذه الرواسب على زوائد من الصحائف الكلسية المتصلبة ، وعلى حصى متماسك بالقرب من الأودية .

(٣) حجر جيرى صدفى رملى سفلى . وهو ينتشر أفقياً ، ورأسيًا من منسوب البحر صاعداً إلى علو بضعة أمتار ، ويحوى حفريات حيوانية غنية بالكارديوم .

هذا وتذكرنا الكثبان الرملية الحفرية التى تمتد بموازاة الشاطىء ، بالكثبان الرملية الأحدث Younger fossil Dunes التى وصفها هيي ومك بورنى Hey

& Mc Burney (١٩٥٥) فى برقة . فكلا النمطين من الكثبان ، كثبان ساحل طرابلس وكثبان ساحل برقة ، يتشابهان فى البناء والتركيب الصخرى ، بالإضافة إلى التشابه فى التوزيع الطبوغرافى .

وهناك راسبان نهريان يظهران ضمن تتابع الزمن الرابع الذى أوضحه هيي (١٩٦٢) . وهما يكونان ويشكلان مدرجين فى الأودية التى تصرف جبل نفوسة. ويمر الراسب الأقدم أمام حافة الجبل خلال رواسب الجفارة العليا فى السهل الساحلى . وتوجد قشور كلسية فى سهل الجفارة فى العمق وعلى السطح (ويلى موت Willimott ١٩٦٠ ص ٣٧) . وفى جبل طرابلس توجد قشرة كلسية سميكة عند قاعدة الراسب القديم أو بالقرب منها ، وهى القشرة التى يسميها الجيولوجيون الإيطاليون باسم Crestone Calcareo ، ويصحب هذه القشرة حيناً حصى مستدير ، وهى تمتد جانبياً فوق الأساس الصخرى . وأقصى سمك المراسب الأقدم أمكن تسجيله بلغ ٥٠ متراً . ويصل سمك الراسب الأحدث نحو ١٠ متر (ڤيتا – فينزى Vita-Finzi ، ١٩٧١) ، وهو فى العادة أكثر احتواء على الحصى ، وأفضل ترتيباً فى طباقيته من الراسب الأقدم .

وكلا الراسبين أحدث عهداً من الطغيان البحرى الذى حدث أثناء الفترة الدفيئة الأخيرة (فيما بين جليدى ريس وڤورم) ، كما وأن كثيراً من رواسب الجفارة قد أرسبت أثناء الانحسار البحرى الذى حدث أثناء الفترة الجليدية الأخيرة (هيي ، ١٩٦٢ ص ٤٤) . وفى وادى غان يرتكز على الراسب الأقدم راسب من التدفق الطينى الذى تماسك بشدة بواسطة الكالسايت ، وفيه عثر على آلات حجرية تنتمى للعصر الحجرى المتوسط (هيي ١٩٦٢ ص ٤٤) ، كما اكتشفت آلات حجرية دقيقة تنتمى للحضارة الموستيرية فى مجال القشرة الكلسية. فإذا ما نظرنا إلى هذه المنوعات الحجرية على أنها مراحل تطورية للحضارة الموستيرية ، فإنه من المهم أن نذكر أنه قد عثر على مثيلات لهذه الصناعات الحجرية خلال تكوينات ترافير تاين فى أماكن أخرى ، وجرى تأريخها بأكثر من ٧٠,٠٠٠ سنة قبل الحاضر .

وبحسب ما يرى هيي (١٩٦٢) تتركب أقدم الرواسب النهرية من مواد

اشتقت من التكوينات « السلتية » (الغرينية) التى تغطى هضبة طرابلس إلى الشرق من غريان . وقد اعتبر كل من ستيلا Stella (١٩١٤) وراثجينز Rathjens (١٩٢٨) الرواسب « الغرينية » على الهضبة رواسب هوائية النشأة . كما اعتقد ليباريني (١٩٦٨) أن فعل الرياح قد ساهم فى ملء المنخفضات التى تشغلها الأودية حالياً . ويتركب « غرين » الهضبة أساساً من حبيبات كوارتيزية ، يبلغ قطرها ٠,١ مليمتر ، ويغلفها غشاء من أوكسيد الحديد ، وهذا يجعلها أخشن من أن تستحق تسمية الباحث راثجينز لها باللوس (يبلغ قطر حبيبات اللوس المثالى بين ٠,٠٥ ـ ٠,٠١ مليمتر ـ جودة ١٩٦٢ و ١٩٦٦) .

وإذا ما أجرينا مقارنة بين التكوينات الرسوبية في كل من ساحلي برقة وطرابلس لأتضح لنا الآتى :

(١) الرواسب البحرية عند خط الشاطىء ٦ متر ، توازى طبقات الحجر الجيرى الصدفى الرملى المحتوى على حفرية الكارديوم فى طرابلس .

(٢) تكوينات الحصى الأحدث Younger Gravels التى تحوى حفريات قارية (هيليكس) فى برقة ، توازى الرمال الحمراء المحتوية على هيليكس فى طرابلس . وتقوى هذه الموازاة فى رأى دزيو (١٩٧١) ، مشاهدات بارونا (١٩١٣) الذى يذكر أن هذه الرمال تحتوى بالقرب من الأودية على حصى متماسك ملتحم جزئياً . ولقد يقودنا هذا إلى التفكير بأن التركيب الميكانيكى (الخاص بتوزيع الحبيبات) لكلا الراسبين لا يعتمد كثيراً على العوامل المناخية ، بقدر اعتماده على الظروف الهيدروجرافية القديمة .

(٣) الرواسب التوفية التى ذكرها ملك بورنى وهيي (١٩٥٥) فى برقة ، يمكن موازاتها بالزوائد والصحائف الكلسية ـ الكوارتيزية المتصلبة ، التى تحتويها رواسب الرمال الحمراء القارية النشأة المحتوية على حفرية الهيليكس .

(٤) الكثبان الرملية الحفرية الأحدث فى برقة ، توازى الحجر الرملى الجرجاريشى الذى يشكل الكثبان الرملية الحفرية الموازية لشاطىء طرابلس .

وإذا ما أردنا تقييم هذه التكوينات من الوجهة المناخية ، وإدخالها فى النظام

البليوستوسينى البنكى ، كما فعلنا بالنسبة لتكوينات برقة المعاصرة لها ، نجد الآتى :

- الحجر الجيرى الصدفى المحتوى على حفرية الكارديوم ، تكوّن أثناء الفترة الدفيئة الأخيرة .

- الرمال الحمراء المحتوية على حفرية هيليكس (شبيهة اللوس) تكونت أثناء مرحلة مبكرة من جليد الڤورم .

الكثبان الرملية الحفرية (الحجر الرملى الجرجاريشى) ، تكونت أثناء مرحلة مبكرة من جليد الڤورم .

وينبغى أن نشير إلى أن تكوينات الرمال الحمراء (اللوس) المحتوية على حفرية الهيليكس توجد فوق هضاب طرابلس بسمك كبير . وقد وصفها بارونا (١٩١٣) ، كما درسها راثجينز Rathjens بصورة أوفى فى عام ١٩٢٨ . وقد ميز راثجينز عدة مستويات فى التكوينات ، لكنه لم يستطع تقييمها مناخياً ، لقصور وسائل الدراسة حينذاك . ولا شك أن دراسة حديثة للتتابع الإرسابى فى قطاع «لوس» مكتمل ، من الممكن أن تميط اللثام عن كثير من أسرار التتابع المناخى فى الغرب الليبي أثناء الزمن الرابع .

هذا وقد سبق لنا أن أشرنا إلى مسألة چيومورفولوچية على جانب كبير من الأهمية ، وهى تختص بكيفية نشوء كل من سهل الجفارة وحافة الجبل المشرفة عليه . وقد واجهنا مثل هذه المسألة فى دراستنا لبرقة ، وأمكننا حلّها بنظرية مركّبة ، تقوم على أساس تفسير نشأة درجات الجبل بعاملين ، أحدهما تكتونى ، للدرجات التى تعلو منسوب ٢٠٠ متر ، والثانى بحرى للدرجات التى يقل منسوبها عن ٢٠٠ متر . ولا نستطيع تطبيق هذه النظرية على جبل طرابلس وسهله المصاحب ، ذلك أن السفوح الشمالية للجبل هنا تفتقر إلى وجود سلسلة المدرجات التى تميز المنحدرات الشمالية للجبل الأخضر . وقد سبق لعدد غير قليل من الچيولوچيين أن درسوا كيفية نشوء سهل الجفارة وحافة الجبل المشرفة عليه ، وعرضوا لتفسيرها نظريات شتى . وقبل أن نعرض لهذه النظريات ، يجدر

بنا أن نورد دراسة چيولوچية وچيومورفولوچية تحليلية للجبل ، بالقدر الذى يساعدنا على تفهم هذه الظاهرة ، فى محاولة للكشف عن غموض أصلها ، والوصول إلى تفسير مقبول لنشأتها .

يمثل جبل طرابلس الظاهرة المورفولوچية البارزة فى القسم الشمالى الغربى من ليبيا . وهو يواجه الشمال بحافة هضبية متفاوتة التقطع ، ومتباينة الارتفاع ، وتمدد بهيئة قوس خطىّ الامتداد . وتمتد الحافة على طول مسافة تقدر بنحو ٣٠ كيلو متراً ، من الحدود التونسية بالقرب من وازن ، صوب الشرق وشرق الشمال الشرقى إلى البحر المتوسط عند مشارف الخمس ولبدة . ويطل الجبل الشامخ على سهل الجفارة العريض (فرق المنسوب بينهما يتراوح بين ٢٥٠ مترا وأكثر من ٥٠٠ متر) الذى ينحصر بين الحافة والبحر المتوسط كنصل سيف حدب طرفه المدبب فى الشمال الشرقى .

وتبدو چيولوچية الجبل بسيطة جداً ، إذ تتركب مستوياته العليا من طبقات كريتاسية العمر ، وتظهر أيضاً فى جدرانه . وهى تتألف من صخور كربونية وكلاستية وبعض المتبخرات ، وتنتظم فى وضع قريب من المستوى الأفقى ، فهى تميل ميلاً هيّناً جداً نحو الجنوب ، أى صوب حوض الحمادة الحمراء الشاسع الرقعة ، الذى تتكون حافته الشمالية من نفس الصخور . ويقع مركز الحوض على بعد نحو ٢٥٠ كيلو مترا إلى الجنوب من حافة الجبل . أما سهل الجفارة فتغطيه تكوينات تنتمى فى الغالب للزمن الرابع .

ويجمع الچيولوچيون على وجود عيب رئيسى يمتد أسفل غطاء رسوبيات الزمن الرابع فى اتجاه شرقى غربى ، ويطلقون عليه اسم عيب العزيزية . وهو يقسم سهل الجفارة إلى قسمين متساويين تقريباً . ويطلق الچيولوچيون على قسمه الشمالى الذى هبط اسم « حوض الجفارة » . وتظهر فى قسمه الجنوبى (جنوب العيب) مخارج مبعثرة لطبقات صخرية تنتمى للعصرين الترياسى والجوارسى . وتتركب هذه المخارج من صخور المتبخرات والكربونات وبعض الصخور الكلاستية. وتدل المعلومات المستقاة من قطاعات الآبار التى أوردها ليباريني (١٩٦٨) ، وكونانت وجودارزى (١٩٦٧) Conant & Goudarzi ، على وجود طبقات

تتألف من تكوينات ميوسينية بحرية بسهل الجفارة ، وتبيّن أنها ترتكز ، غير متوافقة ، على مستويات صخرية تنتمى للعصرين الكريتاسى والترياسى ، فقد أزالت عوامل التعرية قسماً كبيراً من الصخور الكريتاسية قبل حلول عصر الميوسين. وينعدم وجود طبقات ميوسينية بحرية فى القسم الجنوبى من سهل الجفارة ، إذ لم يشر أى باحث إلى اكتشافه لصخور من هذا النوع فيما بين عيب العزيزية وحافة الجبل .

ويرى ليبارينى (١٩٦٨) إرجاع عمر عيب العزيزية لما قبل عصر الميوسين. أما كونانت وجودارزى (١٩٦٧) ، فيميلان إلى القول بأن حركة الهبوط على امتداد الفالق ، قد حدثت فى أواخر الميوسين ، أو فيما بعد الميوسين . ويظهر هذا من خلال وصفهما للعيب فى قطاع عرضى (شكل ٣ فى بحثهما) ، على الرغم من أنهما يشيران إلى قلة المعرفة المتوفرة لديهما عن ظروف الإرساب فى حوض الجفارة . وفى اعتقادنا أنه إذا ما تقرر تحديد عمر فالق العزيزية بشكل قاطع ، فإن الحل النهائى لمشكلة أصل نشأة السهل وحافة الجبل يصبح وشيكاً ، خصوصاً مع معرفتنا بأن الصخور الكريتاسية تتوج الجبل ، وتظهر على امتداد حافته ، وأن قسماً من الطبقات الكريتاسية السفلى يوجد تحت التكوينات الميوسينية البحرية فى حوض الجفارة (إلى الشمال من عيب العزيرية) .

وسنحاول خلال السطور التالية إبراز أهم المميزات الچيومورفولوچية للجبل ابتداء من قسمه الغربى ، وعبر الوسط إلى قسمه الشرقى . وينبغى أن نشير هنا إلى حقيقة چيولوچية لها انعكاش چيومورفولوچى ، ومؤداها أنه حينما يكون الميل الطبقى لكتلة هضبية معينة هيّناً جداً ، فإن عمليات تقطيع وتراجع الهضبة بواسطة التعرية ، تنشيء واجهة مسننة غير منتظمة ، كما يتخلف عن التقطيع والتراجع عدد غير قليل من البقايا الهضبية الطبوغرافية والاستراتيجرافية ، تنتشر فى نطاق السهل المتاخم ، كالميزات والقور والبوت والعقد والتلال المنفردة ... بينما تعتبر الواجهة الخطيّة Linear الامتداد لهضبة معينة انعكاسا طبوغرافياً إما لمضرب طبقات تتميز بشدة الميل ، أو لصدع يمتد موازياً لقاعدة الحافة وغير بعيد عنها .

والميول الطبقية على امتداد جبل طرابلس هينة جداً فى الأغلب الأعم ، ومع هذا ، فإن حافة الجبل خطيّة المظهر . ويبدو النطاق المقطع على طول أجزاء من الجبل ضيق جداً ، كما وينعدم ظهور أى تلّ طبوغرافى أو استراتيجرافى جدير بالإسم فوق سطح سهل الجفارة المجاور إلى الشمال من الواجهة الرئيسية للجبل .

وحينما نبدأ بالقسم الغربى من جبل طرابلس ، ذلك القسم الذى ينتهى شرقاً عند حوالى خط طول ٤٥ ١١° شرقاً ، نرى حافة الجبل أدنى ما تكون انخفاضاً عند نهايتها الغربية عند الحدود الليبية التونسية ، إذ لا يزيد فرق المنسوب بين حضيضها (حوالى ٤٠٠ متر فوق مستوى البحر) وأعلاها (٦٠٠ متر فوق منسوب البحر) على مائتى متر . ويزداد وضوح الحافة وبروزها تجاه الشرق ، إذ يناهز ارتفاعها ٧٠٠ متر ، على حين يقترب خط كنتور ٣٠٠ متر من أسافلها ، وبالتالى تشرف على السهل فى حائط يبلغ ارتفاعه من حضيضه إلى قمته ما بين ٣٥٠ ــ ٤٠٠ متر . وتبدو واجهة الجبل فى هذا القسم خطية الامتداد فى معظمها ، ونلحظ هذه الظاهرة فى مختلف أجزائها . وتتميز بعض المجارى المائية التى تجرى نحو الشمال ، وما تزال تنحر مجاريها تراجعياً فى الجبل ، بطولها النسبى ، بينما البعض الآخر قصير .

ويبدو نطاق تقطع حافة الجبل فى بعض الأماكن ضيق جداً (بين ٤ ــ ٥ كيلو متر) وفى أماكن أخرى يمتد متعمقاً لمسافة كيلو مترات عديدة تصل إلى نحو ١٧ كيلو مترا خلف الواجهة ، كما تظهر أكواع الأسر واضحة فى أماكن مختلفة . وهناك حقيقة هامة ، تتمثل فى عدم وجود أية تلال مورفولوچية أو استراتيجرافية تخلّفت من الجبل إلى الشمال من قاعدة واجهته . وينحصر وجود بعض منها آخذ فى التكوين إلى الجنوب من هامش الواجهة . ويبدو كثير من المجارى المائية وخطوط تقسيم المياه ، فى مجال نطاق التقطع ، مستقيم الامتداد .

ويمكن القول عامة بأن چيومورفولوچية القسم الغربى من الجبل تتضمن عدداً من الظواهر الواضحة التى تتطلب البحث عن تفسير لها . وتتمثل هذه الظواهر فى : التباين فى ارتفاع الجبل وعلو الحافة ، وظهور الواجهة وأجزائها المختلفة بالمظهر المستقيم الذى تتصف به أيضاً المجارى التى تقطع نطاق الحافة

وخطوط تقسيم المياه فى نطاق التقطيع ، ثم التباين فى اتساع نطاق التقطيع ، وعدم وجود التلال المنعزلة .

ويستمر الجبل الطرابلسى فى الارتفاع عبر قسمه الأوسط (الذى ينتهى حوالى خط طول ١٣° شرقاً) تجاه الشرق ، من حوالى ٧٠٠ متر إلى أكثر من ٩٠٠ متر قرب تغرنّه . وعلى الرغم من أن خريطة ليبيا الچيولوچية (كونانت وجودارزى ، ١٩٦٤) تشير إلى أن أعلى جزء فى المنطقة ، وهو الواقع جنوب غرب بلدة تغرنّه ، يرتكز على صخور بركانية تنسب للزمن الثالث ، فإنه يبدو ، مع هذا ، أن المرتفعات النامية تركيبياً وطبوغرافياً فوق الطبقات الكريتاسية فى نفس المنطقة ، لا تقل فى علوها عن ذلك كثيراً ، فالأراضى غير البركانية تزيد فى ارتفاعها على ٨٠٠ متر . وفى هذا القطاع الأوسط يرتفع أسفل الحافة من حوالى ٣٠٠ متر فى الغرب ، إلى أكثر من ٤٠٠ متر فى الوسط ، ثم يهبط مرة أخرى إلى نحو ٣٠٠ متر فى الهامش الشرقى .

ويتميز هذا القطاع الأوسط من الجبل الطرابلسى بكثير من الظاهرات الچيومورفولوچية التى أشرنا إليها فى القطاع الغربى . فواجهة الجبل هنا ، فى جملتها ، تبدو مستقيمة الامتداد ، كما تتميز أجزاؤها بنفس الظاهرة . وهناك حنيات فجائية لا يمكن إرجاعها لتوسيع مصبات أودية المجارى المائية . ويتباين اتساع نطاق تقطع الواجهة من جهة لأخرى ، كما توجد أمثلة لظواهر الأسر النهرى وأكواع الأسر ، ويكثر وجود المجارى المستقيمة خصوصاً فى نطاق التقطع. وتجدر الإشارة هنا أيضاً إلى عدم ظهور تلال متخلفة إلى الشمال من قاعدة واجهة الجبل ، وما يوجد منها قليل ويقع خلف (جنوب) الواجهة . وإلى الشمال الشرقى من بلدة تغرنّه يوجد تلّ منعزل أمام الواجهة ، لكنه ليس تلاً استراتيجرافياً انفصل من الواجهة ، وإنما هو حسبما يرى بوروليت Burollet (١٩٦٣) مجرد ظاهرة طفحية ثانوية تنتمى للزمن الرابع .

ويتضح من خريطة ليبيا الچيولوچية (كونانت وجودارزى ، ١٩٦٤) أن الطبقات الترياسية والجوراسية تظهر فى سهل الجفارة . ويشير الانحناء الشمالى لخطوط الكنتور (بعيداً عن امتدادها العام الشرقى الغربى الموازى للواجهة) إلى

وجود نطاق تقطع شديد اتجاهه شمالى للصخر الأساسى . وتوضح الخريطة الچيولوچية أيضاً وجود عيب يمتد فى اتجاه شمالى غربى ، يعرف بعيب زاريت ، نسبة لوادى زاريت الذى يقطع الحافة فى نفس الموضع . وفى الجزء الشرقى من هذا القطاع الأوسط للجبل الطرابلسى ، نجد التقطيع على امتداد الواجهة شديداً ومعقداً ، والحافة أكثر اضطراباً وعدم انتظام ، ومع هذا فما يزال فى الإمكان تحقيق الاستقامة على امتداد أقسامها المنفردة .

هذا ولا تظهر واجهة الجبل بشكل حافة فى جزء من قطاعه الشرقى الذى يبدأ من حوالى خط طول غريان وتغرنّه (١٣ ° شرقاً) ، ويستمر حتى النهاية الشرقية للجبل .. ويبدأ هذا القطاع الشرقى عند طرفه الغربى بحافة شديدة الوضوح لمسافة حوالى ٩ كيلو متر ، بعدها يظهر قسم كبير من الواجهة وقد تآكل وتمزّق بشدة ، لدرجة أن الحافة تختفى ، وتحلّ محلها مساحة كبيرة من التلال المنخفضة والمتوسطة الارتفاع والمضطربة التوزيع ، وتجوس خلالها أودية صغيرة وكبيرة ، وتتجول فيها وتترنح من حولها هنا وهناك . وبعد انتهاء هذه المساحة التلالية ، تستقيم الواجهة فى حافة ظاهرة ، تستمر فى وضوحها حتى ينتهى الجبل غير بعيد عن ساحل البحر المتوسط .

ومن بداية هذا القطاع الشرقى إلى حوالى خط طول بلدة يفرن ، يتناقص ارتفاع الجبل من ٦٠٠ متر إلى حوالى ٢٠٠ متر ؛ بينما يضمحل التضرس من حوالى ٣٠٠ متر إلى أقل من ٢٠٠ متر . ويتضاءل حضيض الحافة من ارتفاع ٣٠٠ متر عند الهامش الغربى للقطاع إلى نحو ٢٠٠ متر ، ثم إلى أقل من ٢٠٠ متر غربى خط طول يفرن بقليل .

ويتضح من دراسات لدزيو وآخرين (١٩٦٣) ، ومن الخريطة الچيولوچية (كونانت وجودارزى ، ١٩٦٤) وجود صخور نارية قاعدية طفحية ، وبعض الصخور النارية المتداخلة فى الجزء الجنوبى الغربى من هذا القطاع الشرقى ، وهى تنتمى لأواخر الزمن الثالث ، ويحتمل انتماء بعضها للزمن الرابع . وفى هذا الجزء النارى الصخور يتراوح ارتفاع الأشكال الأرضية من أقل من ٤٠٠ متر إلى أكثر من ٩٠٠ متر . وتظهر فيه أربعة فوالق تمتد فى اتجاه عام من الشمال الغربى

نحـو الجنوب الشـرقى ، عيّن منهـا دزيو (١٩٦٣) ثلاثة ، ورسم الرابع ، وهو فالق ترهونه ، كونانت وجودارزى (١٩٦٤) . وتتميز أجزاء العديد من مجارى الأودية فى هذا القطاع بالاستقامة الكاملة ، ويوازى كثير منها الامتداد العام للفوالق . وقد نشأ نظام تصريف مائى متشعع على جوانب المخروط الطفحى فى القسم الجنوب الغربى من القطاع .

وتظهر المراجع اختلافاً كبيراً فى الرأى حول التطور الچيومورفولوچى لحافة الجبل وتكوين سهل الجفارة ، وفيما يلى عرض ملخص لتلك الآراء :

(١) يرى Zaccagna (١٩١٩) أن واجهـة الجبل مـا هى إلا جـرف بحرى مرفوع . ويقـول بأن كتلة الجبل برمتـها تتخذ شكل بيضـاوى ضخم مضغوط يعتريه شيء من التحدب ، وقد أصابته التعرية البحرية بفعلها ، ونحرت الأمواج جانبه الشمالى متعمقة فيه ، وذلك فى الرقعة المحصورة بين هضبة ترهونة والضـهر (الحافة) التونسى ، وذلك حينما كان السهل المنخفض الذى يمثله الجفارة الحالى ما يزال مغموراً بمياه البحر . ويشاركه فى هذا الرأى آلمان F. W. Ahlman (١٩٢٨) ، الذى يعتقد بأن حافة الجبل جرف بحرى ، وأن سطح الجفارة يمثل سطح رصيف بحرى قطعته الأمواج ، أى أن السهل يمثل درجة بحرية كبيرة .

(٢) ويعارض بارونا Parona (١٩٢٦) رأى Zaccagna ، ويعتقد بأن حافة الجبل لم تنشأ بسبب تراجع جرف بحرى ، وإنما قد نشأت نتيجة لتراجع «عادى» لحافة قارية . ويفسر ذلك مع ويتشيل L. Wittscell (١٩٢٩) ، بأن حافة الجبل تمثل واجهة كويستا Questa ينحدر ظهرها انحداراً هيناً نحو الجنوب . ويقول الباحثان بأن واجهة الكويستا قد نشأت عن طريق تراجع رؤوس المجارى المائية التى كانت تجرى أصلاً بالقرب من الساحل أما سهل الجفارة فهو سطح بيديمنتي Pedment ، نشأ عن التقويض السفلى للحافة المتراجعة .

(٣) يرى كل من راثجينز C. Rathjens (١٩٢٨) ، وبفالز R. Pfalz (١٩٣٠) أن واجهة الجبل حافة انكسارية ، وأن سـهل الجفـارة يمثل القسم الهابط لسطح هضبى تحاتى غمرته مياه البحر ، وأرسبت فوقه تكوينات ميوسينية

بحرية .

(٤) ويعتقد Burollet (١٩٦٣) أن تشكيل الحافة والسهل قد نتج عن تقوس إلى أسفل فى القسم الشمالى من الجفارة صحبته عمليات إلتوائية وإنكسارية فى منطقة غريان . وفى رأيه أن ذلك قد بدأ فى عصر الميوسين ، وبلغ أشده فيما بعد الميوسين . وعن طريق التعرية الكثيفة اتخذت الحافة هيئتها الحالية.

(٥) ويفترض ليباريني (١٩٦٨) تفسيراً مركباً لنشأة الحافة والسهل ، نرى أنه أكثر شمولاً من غيره ، لذا فإننا سنورده بشيء من التفصيل ، وفى النقاط التطورية الآتية :

(أ) فيما قبل عصر الميوسين استطاعت عوامل التعرية أن تنشيء « سهل جفارة » ، وأن تخلق حافة جبلية مصاحبة له تواجه الشمال وتشرف عليه ، وأن تتسبب فى هجرة مستمرة لهذه الحافة القديمة التى يمكن تسميتها « بالحافة السالفة » نحو الجنوب

(ب) بعدما وصلت الحافة المتراجعة إلى الجنوب من خط عرض العزيزية ، حدث الاضطراب التكتونى على امتداد عيب العزيزية ، وتسبب فى هبوط القسم الشمالى من سهل الجفارة أسفل منسوب البحر

(جـ) تقدم البحر الميوسيي جنوباً عبر هذا السهل التحاتى الهابط ، حتى وصل إلى حافة العيب ولم يتعداها وتمّ إرساب طبقات رسوبية بحرية ميوسينية فوق هذا القسم الغائص من السهل (حوض الجفارة)

(د) فى أثناء عصر الميوسين والعصور التى تلته حتى وقتنا الحالى ، دأبت حافة الجبل فى التراجع نحو الجنوب حتى وصلت إلى امتدادها الحالى .

ويلفت ليباريي (١٩٦٨) النظر إلى وجود مجموعتين من العيوب والتكسرات تقطع الطبقات المنسبطة المكونة للجبل : مجموعة منهما تأخذ اتجاهاً من الشمال الغربى نحو الجنوب الشرقى ، والثانية تتجه من جنوب الجنوب الغربى نحو شرق الشمال الشرقى . وهو يؤكد موازاة امتداد حافة الجبل لامتداد مجموعة

العيوب الثانية .

ويصف ليبارينى عملية التراجع بواسطة التعرية القارية لواجهة الجبل بقوله بأن الواجهة التى يحتمل أنها كانت محددة وموجهة بواسطة خطوط عيبية شرقية ـ غربية الاتجاه ، كانت تتراجع بالتدريج نحو الجنوب ، حتى وصلت إلى نطاق العيب الرئيسى (ليس واضحاً ما إذا كان يعنى العيب ذاته ، أم الخط الذى على طوله سوف يحدث العيب فيما بعد) وعبرته ، وهو النطاق الذى يقطع النواة الترياسية . وإلى الشمال من نطاق العيب ، لم تصل التعرية إلى التكوينات الترياسية ، نظراً لاختلاف المنسوب (فيما قبل حدوث الكسر أم بعده ؟؟) رغم أن تلك التكوينات كانت مكشوفة جنوبى نطاق العيب .

وفى رأينا أن سهل الجفارة لا يبدو فى هيئة سطح تعرية بحرية ، ولا تحوى المراجع أية بيانات عن آثار لرواسب بحرية تابعة لما بعد الميوسين ، باستثناء المشارف المباشرة للساحل الحالى . يضاف إلى ذلك أن حافة الجبل لا تتصف بمميزات الجرف البحرى ، وهى لا تحوى أية آثار لفعل نحاتى بحرى أو لأحياء بحرية . ولا يمكن أن نفسر الطبيعة الشابة والقطع الواضح لواجهة الجبل الحالية بطغيان بحرى ميوسينى غزا كل سهل الجفارة ، ووصل إلى الواجهة وأثر فيها ، ثم تجرد جنوب الجفارة من الشاهد الأستراتيجرافى لهذا الطغيان .

ذلك أن سطح الأساس الصخرى للجفارة الجنوبى يتغطى برواسب تنتمى للزمن الرابع . وتظهر ، هنا وهناك ، من خلال تلك الرواسب مخارج لصخور ترياسية وجوراسية ، ولا أثر لصخور ميوسينية أو كريتاسية ، تلك الصخور التى تجدها فى حوض الجفارة (الجفارة الشمالى) ، حيث تغطى الصخور الميوسينية أساساً صخرياً من الطبقات الكريتاسية . ولا يعقل أن تكون التعرية قد اقتصرت إزالتها (فيما بعد الميوسين) للطبقات الميوسينية ثم الكريتاسية على الجفارة الجنوبى دون الجفارة الشمالى ، وإنما المعقول هو انعدام حدوث إرساب تابع للزمن الثالث فى الجفارة إلى الجنوب من عيب العزيزية ، وأن الطغيان البحرى الميوسيى قد أوقف بواسطة رفع طبوغرافى على طول فالق العزيزية .

كما وأن نظرية ليبارينى المركبة التى تقول بنشوء الواجهة الحالية عن طريق

هجرة أو تراجع « عادى » للحافة الأصلية بواسطة عوامل التعرية ، تحكمت فيه ووجهته خطوط انكسارية اتجاهها العام من الشرق إلى الغرب ، لا تقدّم الحل السعيد للمشكلة . فالمظهر الشاب الذى تبدو به الواجهة ، لا يماثل بأى حال مظهر واجهة متراجعة ، بل يشبه أكثر الشبه واجهة قد خلقت خلقاً جديداً ، وما تزال فى أوائل مراحل التقطع . يضاف إلى ذلك أن كثيراً من مجارى الأودية التى تنحر منابعها صعداً فى الواجهة ، تتصف بشدة الانحدار والقصر بدرجة ملحوظة . وتبدو معظم الأجزاء الخارجية من الواجهة وكأنها قد قطعت بالأمس بواسطة نصل سكين عملاق ، فهى مستقيمة وشديدة الانحدار ، وتغوص منحدراتها السفلى فى السطح العريض المقطّع الذى يضم الامتداد الجنوبى الأقصى لسهل الجفارة . ويعزّز من المظهر الشاب الذى تبدو به الحافة عدم وجود تلال استراتيجرافية وطبوغرافية متخلفة أمامها . وما يوجد من هذه التلال قليل العدد ويقع خلف الحافة .

ولقد نفترض مع بعض البحاث وجود صدع رئيسى (ليس له وجود على الخرائط فمثله لم يكتشف بعد) حديث العهد نسبياً ، ويمتد من الشرق إلى الغرب بحذاء شمال الجبل الطرابلسى وموازياً له . ولقد يكون فى هذا الافتراض الحلّ الموفق للمشكلة ، وإن كان يتعارض مع عدم وجود صخور كريتاسية العمر فى الجفارة الجنوبى . وإذا ما صحّ وجود هذا الصدع الرئيسى ، فإن جانبه الهابط ينبغى أن يكون فى الجنوب ، ويتمثّل حينئذ فى كتلة الجبل الطرابلسى ذاتها ، بينما تصبح الحافة بمثابة الجانب الصاعد الذى أظهر الطبقات الكريتاسية ، التى كانت تمتد فى غابر الزمن بعيداً فى الشمال ، لعوامل التعرية فأزالتها . ومثل هذا التركيب البنائى يجعل من واجهة الجبل حافة صدعية عكسية ، نستبعد احتمال حدوثها بالنسبة لهذه الواجهة التى تمتد على مسافة تزيد على ٣٠٠ كيلو متر .

وعلى الرغم من أن هذا الارتباط التركيبى الچيومورفولوچى لا يقدم سوى عون متواضع لتفسير المظهر الشاب الذى تبدو به طبوغرافية جبل طرابلس ، فإنه يتناسب مع الامتداد العام المستقيم للجبل ، ومع استقامة كثير من أجزاء حافته ، ومع استقامة كثير من الأودية الشابة التى تنمو تراجعياً وتنصرف نحو الشمال .

ولعله من المفيد أن نستبقى احتمال الصدع الرئيسى ، على الأقل لحين ظهور ما يناقضه بالدراسة الحقلية .

ومن الممكن تفسير الجبل بأن نفترض (للمؤلف) حدوث التواء وحيد الجانب (أو أحادى الميل) . وعلى الرغم من أن هذا الافتراض هو الآخر جذاباً، إلا أنه كسابقه تحفّ به صعوبات مماثلة . فالانثناء إلى أسفل لم يكن ليحدث فى الشمال لنفس السبب الذى من أجله لم يكن الجانب الهابط للصدع أن يحدث فى الشمال (لو حدث ذلك لظهرت صخور كريتاسية فى الجفارة الجنوبى) . ولقد يتناسب وجود الجانب المرتفع من هذا الالتواء الأحادى الميل فى الشمال مع الاستقامة العامة لواجهة الجبل ، ولكنه ، كافتراض الصدع الرئيسى ، لا يفسر مظهرها الشاب .

ويبقى بعد ذلك افتراض مركب للمؤلف أيضا ، يجمع بين الافتراضين السابقين ومؤداه : التواء أحادى الميل يمتد من الشرق إلى الغرب ، جزؤه الهابط فى الجنوب ، أصابه التكسر والتصدع فى الشمال . ونحن نرجحه لتفسير نشأة واجهة الجبل الطرابلسى ، لحين إثراء المعلومات بمزيد من البحث والدراسة ، وتجميع الحقائق التى تعين على إيجاد حل نهائى لهذه المشكلة .

المراجـــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٣) : تكوينات اللوس . مطبوعات الموسم الثقافى للجمعية الجغرافية المصرية . القاهرة .

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى . منشورات جامعة بيروت العربية . بيروت .

Ahlman, F. W. (1928) : La Libye Septentrionale. Geogr. Ann. Vol. 10, h. 1-2, Stockholm .

Burollet, P. F. (1963) : Saharan Symposium 1963 Field Trip Guide

Book of the Excursion to Jebel Nefusa. Petr. Expl. Soc. Libya, Tripoli .

Conant, L. C. and Goudarzi, G. H. (1964) : Geologic Map of Libya. Misc. Geol. Invest. Map 1-350 A. U. S. Geol. Survey .

Conant, L. C. and Goudarzi, G. H. (1967) : Stratigraphic and Tectonic Framework of Libya. Ann. Assoc. Petroleum Geologists Bull., Vol. 51, No. 5 .

Desio, A. and others (1963) : Stratigraphic studies in the Tripolitanian Jebel (Libya). Memoria IX, Rivista Italiana de Paleontologia e Stratigrafia, Milano .

Desio, A. (1971) : Outlines and Problems of the geomorphological Evolution of Libya from the Tertiary to the Present day. Symp. on the Geol. of Libya. Tripoli .

Fuerst, M. and others (1963) : Zur Geologie von Libyen. Geol. Rundschau, Bd. 53, Stuttgart .

Haynes, J. (1962) : Operculina and associated Foraminifera from Paleocene of the Northeast Fezzan, Libya .

Hey, R. W. (1962) : Quaternary and Palaeolithic of Northern Libya. Quaternaria, Vol. VI, Roma .

Lipparini, T. (1968) : Tectonics and Geomorphology, Tripolitania Area, Libya. Geological Section Bulletin No. 4 .

Miller, V. C. (1971) : A preliminary Investigation of the Geomorphology of the Jebel Nefusa. Symposium on the Geology of Libya .

Parona, C. F., Crema, C., and Franchi, S. (1913) : La Tripolitania Settentrionale: descrizione fisica e geologica della regione. Roma .

Parona, R. (1926) : Il Djebel Triopolo e la sua fronte sulla Gefara.

Riv. Trip. Ii. Roma .

Pfalz, R. (1930) : Osservazioni morphologiche sulla Tripolitania in paragone con quelle sulla Cirenaica. Atti XI Congr. Geografico Ital., Vol. III, Napoli .

Pfalz, R. (1940) : Geomorphologische Prebleme in Italianisch - Libyens. Zeitsch. Gesell. F.Erdk., Jahr. 1940, 9/10, Berlin.

Rathjens, C. (1928) : Loess in Tripolitanien. Zeitsch. Gesell. f. Erdk.. Jahrg. 1928, 5/6, Berlin .

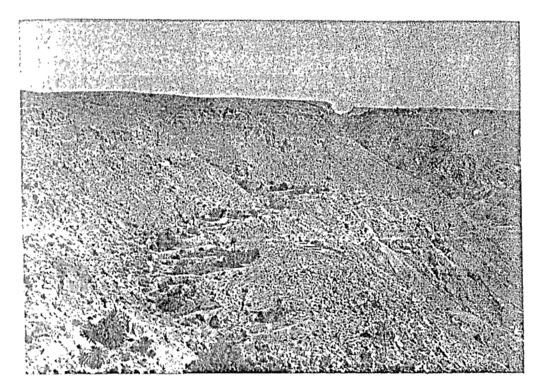
Smalley, I. J. and Vita-Finzi, C. (1968) : The formation of fine particles in sandy deserts and the nature of " desert : Loess. Journ. Sed. Petrology, 38 .

Stella, A. (1914) : La geologia. In La Missione Franchelli in Tripolitania (II Gebel) : Soc. Ital. Stud. Libia, Firenze-Milano .

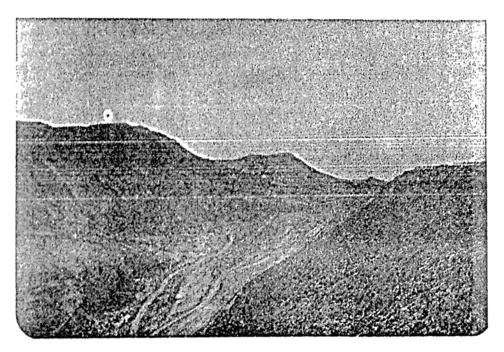
Vita-Finzi, C. (1971) : Alluvial History of Northern Libya since the Last Interglacial. Symposium on the Geology of Libya. Tripoli .

Willimott, S. G. (1960) : Soils of the Jefara. In S. G. Willimott and J. I. Clarke (eds.), Field Studies in Libya, University of Durham .

Wittschell, L. (1929) : Der Tripolitanische Djebel. Zeitsch. Fuer. Geomorph., Vol. IV .



شكل (١) جزء من الجبل الغربى ، ويظهر بوضوح تأثير اختلاف التكوينات الصخرية والظروف المناخية على درجة انحدار السفوح وطبيعة المنطقة .



شكل (٢) أحد الأودية الرئيسية بالجبل الغربى ، حيث تظهر الإرسابات الفيضية وإسابات تحرك المواد على جوانب الوادى .

البحث السادس

التطور الچيومورفولوچى للصحراء الليبية

التطور الچيومورفولوچى للصحراء الليبية

كانت الصحراء الليبية أول قسم ظهر من الأراضى الليبيةفوق سطح البحر . فالجزء الأكبر من هذه الصحراء برز بالفعل كأرض يابسة فى بداية الزمن الثانى . وابتداء من الزمن الثالث أخذت رقعة إقليم طرابلس فى الظهور فوق منسوب مياه البحر المتوسط ، وتحول قسم كبير منه إلى يابس مع بداية عصر الإيوسين ، ثم تبع ذلك انحسار مياه البحر عن كل من منطقتى برقة وسرت ، وكان ذلك حوالى نهاية عصر الميوسين .

ومن الواضح أنه كلما كان التاريخ الچيومورفولوچى لمنطقة معينة موغلا فى القدم ، كلما كانت الشواهد الچيومورفولوچية الباقية قليلة وغامضة . ذلك أن المنطقة تكون قد عانت أثناء تاريخها الطويل من دورات تعرية متكررة انطبعت فيها ، وعدّلت كل دورة منها من المظاهر الچيومورفولوچية التى شكلتها الدورة السابقة لها . ويصعب استقراء التطور الچيومورفولوچى للصحراء الليبية على هذا المدى الطويل بوسائل البحث الچيومورفولوچية البحتة ، ذلك أن معالم المنطقة قديماً إما أنها الآن قد زالت أو انطمست أو تعدّلت وتشكلت بصور مختلفة .

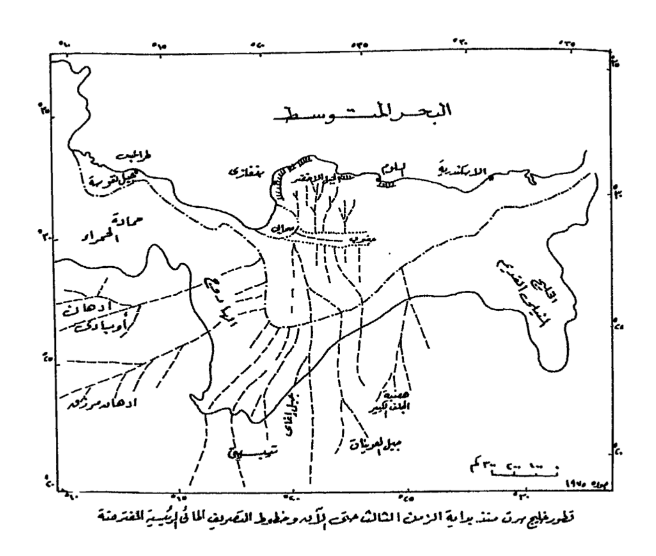
وإذا كان خط الساحل يقسم أرضاً تتعرض لنفس الظروف المناخية إلى شطرين أحدهما وهو القارى (اليابس) تسوده قوى التعرية ، والآخر وهو البحرى يشيع فيه الإرساب ، فإن الأخير وهو الشطر البحرى ، يعكس الطبيعة الچيومورفولوچية للأول .

ومن هذا المدخل يمكننا مواصلة البحث فى استقراء التطور الچيومورفولوچى للصحراء الليبية ، فالرواسب البحرية تساعد فى هذا المجال مساعدة كبيرة . فمن الممكن أن نستقى منها معلومات قيّمة تختص بالكشف عن غوامض الأوضاع الچيومورفولوچية القديمة للأراضى المتصلة بها والمجاورة لها والتى ظهرت فوق منسوب البحر حين إرساب تلك الرواسب . ويتأتّى هذا عن طريق التحليل التفصيلى للتابع الصخرى والحيوى لهذه الرواسب ، والدراسة الدقيقة لاستراتيجرافيتها ، وتوزيعها الجغرافى .

ويبدأ التطور الجيومورفولوجي للصحراء الليبية ببداية الزمن الثالث ، حين طغى بحر تيثيس (البحر المتوسط القديم) على أرض ليبيا ، وتوغل جنوباً حتى وصل ساحله على امتداد خط يمتد على وجه التقريب بامتداد دائرة العرض ٢٩° شمالاً في أقصى الغرب ، وامتداد دائرة العرض ٢٥° شمالاً في أقصى الشرق ، ومنه تداخل لسان بحرى فيما بين خطى طول ١٧ ـ ٢١° شرقاً صوب الجنوب حتى وصل إلى الحضيض الشمالى لمرتفعات تبستى ، أى إلى حوالى دائرة العرض ٢٢° شمالاً (دزيو Disio ١٩٧١ ، وبيرد Baird ١٩٧٢) . وبذلك انقسم اليابس الليبى آنذاك إلى قسمين بواسطة هذا اللسان البحرى الضخم ، وهو خليج سرت القديم الذى أثر فى مناخ اليابس المتاخم له ، وقرر نشوء وتطور نظام التصريف المائى . وكان لوجود هذا الخليج أثره العميق فى التطور الچيومورفولوچى للصحراء الليبية .

وقد كان اتساع الخليج فى عصر الباليوسين (بداية الزمن الثالث) يتراوح بين ٣٠٠ ـ ٣٥٠ كيلو مترا ، وكانت حدوده الجنوبية حنيذاك تتمشى مع مظاهر الصخور القديمة التابعة للزمنين الأركى والأول ، ومع مخارج الحجر الرملى النوبى القارى التابع للزمن الثانى . ولم يقتصر تداخل بحر تيثيس فى اليابس الأفريقى على خليج سرت القديم ، بل كان هناك لسان بحرى آخر معاصر له يتمثل فى الخليج النيلى القديم الذى توغل فى اليابس جنوباً على امتداد وادى النيل الحالى على وجه التقريب حتى بلغ دائرة العرض ٢٣° شمالاً (بول J. Ball ١٩٣٩) . (شكل ٢) .

ولهذا الوضع الجغرافى القديم الخاص بتوزيع اليابس والماء فى القسم الشمالى الشرقى من قارة أفريقيا أهمية خاصة بالنسبة للظروف المناخية التى كانت سائدة حينذاك . فلا شك أن وجود البحر متوغلاً بالخليجين الكبيرين المذكورين إلى هذا المدى من قلب القسم الشرقى من الصحراء الكبرى الأفريقية كان له تأثير عظيم على أحوال المناخ فى الأصقاع المحيطة ، وبوجه خاص على الحواجز الجبلية التى تتمثل فى العوينات وتيبيستى والحجار وتاسيلى ، والتى تكوّن الإطار الجنوبى للصحراء الليبية ، فقد كانت بمثابة نطاقات تكثيف لرطوبة الجو.



(شكل ١) تطور خليج سرت منذ بداية الزمن الثالث حتى الآن .

ولا شك أن دراسةً بوسائل البحث الحديثة للأحياء القديمة ، ولتكوينات كل من عصرى الباليوسين والإيوسين يمكن أن تمدنا بمعلومات دقيقة عن ظروف الحرارة وأحوال المطر خلال هذين العصرين ، كما وأن التحليل البتروجرافى للرواسب البحرية الباليوسينية والإيوسينية يفيد فى إعطائنا صورة نظام التصريف النهرى فى اليابس المحيط بها . ورغم أن المنطقة تفتقر لمثل هذه الدراسات ، فإنه يبدو منطقياً من الموقع الفلكى ، ومن توزيع اليابسِ والماء الآنف الذكر ، أن نتصور وجود ظروف مناخية مدارية غزيرة المطر نوعاً ، تقارن بأحوال مناخ نيچريا الحالية ، سادت الأراضى المحيطة بخليج سرت القديم منذ بداية عصر الباليوسين .

وينبغى لنا الآن أن نتساءل عما كان عليه نظام التصريف المائى فى الصحراء الليبية فى الباليوچين . لعله يبدو واضحاً من عرضنا السابق أن الإطار الجبلى الذى كان يحف بخليج سرت القديم حيث كانت تتساقط الأمطار كان يمثل المنابع لعدد من المجارى المائية التى كانت تتدفق منه إلى البحر ، وهو الإطار الجبلى الذى ما يزال موجوداً حتى وقتنا الحاضر ، والذى كان أكثر علواً وأقل تقطعاً منه الآن . وينطبق هذا الوصف على كل من مرتفعات العوينات وتاسيلى ، أما مرتفعات تبستى فيظن أنها كانت أقل ارتفاعاً بقليل منها حالياً ، نظراً لأن اللافا التى توّجت أعاليها وزادت من ارتفاعها قد انبثقت فى عصر لاحق (بيرد ١٩٧٢) .

وحينما نبدأ من الحاضر ، ونستقرىء خريطة ليبيا الچيولوچية والوضع الطبيعى الحالى للأراضى الليبية كأساس لتقصى الظروف الجغرافية التى سادتها أثناء الباليوچين ، فإننا من الممكن أن نتصوّر وجود منطقتين رئيسيتين للتصريف المائى السطحى فى القسم الجنوبى من الصحراء الليبية :

المنطقة الأولى ، كانت تصدر عن خط تقسيم المياه فوق أعالى مرتفعات تبستى ، وتنحدر على سفوحها الشمالية صوب سرير تبستى الحالى ، وكان التصريف المائى يأخذ اتجاهاً شمالياً وشمالياً شرقياً .

والمنطقة الثانية ، وكانت أكثر اتساعاً من الأولى ، تقع بين كتلة العوينات

وجبل إغاى ، وهو لسان جبلى يبرز نحو الشمال الشرقى من كتلة تبستى ، وكان التصريف المائى هنا ينحدر نحو الشمال والشمال الغربى على وجه التقريب . وكان الحوضان يلتقيان ، على ما يبدو ، بالقرب من جبل إغاى .

ويتركب النطاق الجبلى الذى يمثل منابع الحوضين من صخور قديمة فى الأغلب الأعم . وقد انتابه حركات الرفع أثناء فترة الإلتواءات الهرسينية ، وإن كان البعض (دزيو ١٩٤٢) يعتقد بإمكانية رفعه فى زمن سابق ، كما يظن أنه قد عانى من عمليات رفع أخرى لاحقة . وكان أعظم ارتفاعاً وامتداداً واتصالاً فى الزمن الثانى حين نشأ حوضا التصريف المائى ، وأيضاً فى النصف الأول من الزمن الثالث (الباليوچين) .

وبمرور الزمن تآكل هذا الإطار الجبلى بالتدريج ، حتى تحول فى وقتنا الحاضر إلى مرحلة السهل التحاتى أو ما يدانيها ، وهو وإن كان واضح الانحدار صوب الشمال ، إلاّ أنه ينحدر جنوباً بصورة تدريجية غير محسوسة . والبقية الباقية من نطاق المرتفعات تتمثل حالياً فى كتل تقع فى الركنين الجنوبى الشرقى والجنوبى الغربى من الصحراء ، وأظهرها كتلة العوينات التى يبلغ أقصى ارتفاع لها ١٩٣٤ متراً ، وكتلة تبستى التى زادها الانبثاق البركانى علوّاً ، حيث تشمخ أعلى قمة فيها إلى ارتفاع ٣٤١٨ متراً .

وحين ننظر إلى رقعة الصحراء الليبية الواقعة بين السواحل الشرقية لخليج سرت القديم والحدود المصرية نراها تبدو فى هيئة صُقع ضخم من الأرض المنبسطة . ولا يقطع انبساطها إلا وجود القور و « الجبال » المبعثرة بغير نظام . وما القور و « الجبال » سوى تلال متخلفة منعزلة تمثل البقية الباقية من هضبة متصلة كانت تشغل أصلاً كل القسم الأوسط والجنوبى من الصحراء الليبية . وتظهر القور و « الجبال » منفردة فى معظمها ، وقد تحتشد أحياناً ، وهى كلها متواضعة الإرتفاع ، وتتميز باستواء أعاليها ، وقد تبدو قممها مستديرة أحياناً ، أما سفوحها فشديدة الانحدار فى معظم الأحيان . وقد بلغ تقطع الهضبة القديمة شأوه فى عصرنا الحاضر ، حتى ليصعب ، بل يستحيل التعرف على خطوط المضارب . وبسبب هذا التمزق تبدو مورفولوچية هذه البقايا الهضبية القديمة

مضطربة ، وتفتقر لوجود نظام ظاهر ، فلا نكاد نستبين أى ترتيب لخطوط تصريف رئيسية تكتنفها ، أو أية حافات واضحة تحدد معالمها .

ومع هذا فإننا لا نعدم أن نجد آثاراً لنظم أودية قديمة عند أطراف هذه الهضبة القديمة . فإذا ما اتجهنا شرقاً نحو كتلة العوينات وهضبة الجلف الكبير ، ونحو الغرب إلى جبل إغاى الذى يمثل اللسان الجبلى الشمالى لتبستى ، يمكننا أن نشاهد بالتدريج ظهور نظم من الأودية الكبيرة ، ما تلبث أن تتعقد فى التركيب ، وتثرى بالروافد . وهنا تبدو الهضبة القديمة أقل تمزقاً وأكثر اتصالاً ، وبالتالى تتحدد معالم الأودية الرئيسية والثانوية . يضاف إلى ذلك أن الأودية الموجودة فوق الإطار الجبلى الجنوبى ما تزال متصلة وحسنة التحديد . وفى هذا ،ذاك دليل واضح على أن الأجزاء القصيرة من مجارى الأودية التى تتخلل القور ، « الجبال » الممثلة للمخلفات الهضبية فى وسط الصحراء الليبيه ما هى فى الواقع إلا البقية الباقية من نظام الأودية القديم الذى كان يصدر فى الجنوب من مرتفعات العوينات وتيبيستي

وهناك شواهد أخرى تشير إلى أن المجارى المائية كانت تتدفق فى النصف الأول من الزمن الثالث فوق رقعة الصحراء الليبية بامتدادها آنذاك من الجنوب إلى الشمال وتتمثل هذه الشواهد فى تركيب حصى السرير ورمال العروق . فقد أجريت دراسات متفرقة ، ولكنها دقيقة ، على تركيب حصى سرير تبستى ، ،سرير كلانشيو ، ورواسب رمال العروق خاصة عروق جعبوب (دزيو ١٩٣٨ ، ،تبين أنها من الوجهة البتروجرافية والمعدنية تماثل تركيب صخور الجرانيت ،الدايوريت والسيانيت التى يشيع وجودها فى الإطار الجبلى الجنوبى . وهذا يدل على أن هذه الرواسب قد اشتقت أصلاً من البناء الصخرى للعوينات وتبستى .

ونحن لا نملك دليلاً على أن اكتساح هذه الرواسب ونقلها ثم إرسابها قد تمّ كلية فى النصف الأول من الزمن الثالث ، خصوصاً أن كثيراً من المجارى المائية النشطة قد نشأت ثم نمت فى عصور أحدث من ذلك . وعلى أى حال فمن الطبيعى أن نتوقع أن نقل الحصى قد تمّ على مراحل بواسطة الماء الجارى فى غضون عدد من دورات التعرية النهرية ، خصوصاً أنه قد نقل لمسافة العديد

من مئات الكيلو مترات من مصدره فى الجنوب إلى نطاقات إرسابه فى الشمال .

وقد تعرضت تكوينات الزمن الأول والزمن الثانى فى نطاق الإطار الجبلى الجنوبى وحواليه لعمليات تعرية كثيفة ومتكررة أثناء مراحل دورات التعرية المائية ، فأخذت لذلك النوايات البلورية القديمة تنكشف وتظهر مرحليا . ومن الممكن التعرف على مراحل انكشافها عن طريق دراسات بتروجرافية ومعدنية وفيرة ، تجرى لحصى السرير والعروق على صعيد التوزيع الجغرافى من جهة ، ومدى انتشار وتكرر شيوع النوع الصخرى للحصى فى نطاقات السرير وبحار الرمال من جهة أخرى . وقد قام دزيو (١٩٢٨) ودى أنجليز M. De Anglis ، ١٩٣٠ و ١٩٣٤) بعمل مشابه ، اقتصر على دراسة نوعيّة لحصى سرير كلانشيو ورمال عرق جغبوب ، وخرجوا من الدراسة بنتيجة مؤداها أن مصدر الرواسب يتمثل فى الكتل البلورية التى يتكون منها الإطار الجبلى الجنوبى . وسنشير فيما بعد لدراسات بتروجرافية ومعدنية أحدث وأوفى ، شملت تحليلاً للمعادن الثقيلة فى نطاق مرتفعات تبستى وما حولها ، وهى دراسات تختص بالزمن الرابع قام بها هاجدرون H. Hagedron ، وباشور H. J. Pachur (١٩٧١) .

وقد استمرت عمليات التعرية دائبة فى اكتساح المواد ، وتخفيض منسوب المرتفعات أثناء الباليوچين (النصف الأول من الزمن الثالث) ، ولكن كثافة تأثيرها كانت تتناقص بالتدريج لسببين : الأول ، يتمثل فى الانخفاض المستمر فى التضاريس ، والثانى ، يرجع إلى أن البحر ، وهو يمثل مستوى القاعدة لعمليات التعرية هنا ـ كان آخذاً فى الانحسار والتراجع شمالاً نتيجة لارتفاع تدريجى أصاب الأراضى الليبية . ويبدو أن الأشكال الأرضية للمنطقة قد وصلت فى نهاية الباليوچين إلى مرحلة الشيخوخة أو ما يدانيها ، كما اتخذ المظهر العام للسطح وضعاً يتبه فى معالمه الرئيسية وضعه الحالى .

ونتيجة لتراجع البحر التدريجى أخذ خليج سرت القديم فى التقلص ، وقد استمر انكماشه ، وتزحزح شواطئه صوب الشمال ، حتى أصبحت تلك الشواطىء تمتد حوالى دائرة العرض ٢٨° شمالاً ، وكان ذلك فى نهاية الباليوچين . ولا شك أن اختفاء قسم كبير من الرقعة البحرية لخليج سرت القديم

وتحوله إلى يابس قد تسبب فى إحداث تعديلات مناخية ملحوظة وواضحة فى المنطقة . يضاف إلى ذلك أن انكماش خليج سرت القديم قد عاصر تراجع البحر وانحسار المياه عن قسم كبير من الخليج النيلى القديم فى الشرق (دزيو ١٩٧١ وبول ١٩٣٩) . وقد كان لازدياد رقعة اليابس وانحسار الخلجان البحرية على هذا النحو أثره فى ظروف التكاثف ، فلا شك أن قد تناقصت كمية الأمطار السنوية .

ومع هذا فقد قلل من حدة هذا التناقص فى التساقط ، ظهور رقعة بحيرية فسيحة فى الجنوب طوال عصر الإيوسين . فحسبما يذكر جيرارد G. Gerard (١٩٥٨) كانت بحيرة تشاد أثناء عصر الإيوسين عظيمة الرقعة ، وكانت تمتد لتشغل الحوض كله . وكان لوجود مثل هذه المساحة المائية الفسيحة فى الجنوب أثره المضاد لظروف الجفاف ، فقد عوضت بعض النقص فى التساقط نتيجة لانحسار مياه خليج سرت فى الشمال .

وقد نشأ عن تراجع مياه البحر صوب الشمال ، انكشاف يابس جديد وظهور تدريجى لسهل ساحلى ينحدر انحداراً هيناً من الجنوب نحو الشمال . وخلال هذا السهل كانت المياه الآتية من الجنوب تنحر لنفسها المجارى حيث تتدفق حاملة لكميات كبيرة من الرواسب التى اكتسحتها من الإطار الجبلى الجنوبى وتوزعها عند مصباتها . ويبدو أن المجارى الرئيسية الكبيرة هى التى احتفظت بوجودها أثناء تلك الفترة ، بينما قد تضاءل عدد من المجارى المائية الثانوية ، واندثر عدد آخر منها ، نتيجة للنقص فى كمية الأمطار السنوية .

وقد ظل تراجع البحر مستمراً أثناء الباليوچين ، وبلغ انكشاف يابس الزمن الثالث الليبى أوجه بانتهاء عصر الأوليجوسين وبداية عصر الميوسين . ويبدو أن البيئة الچيومورفولوچية لأراضى الصحراء الليبية ، ونقصد بها هنا القسم الجنوبى الشرقى من ليبيا ، كانت تتكون من أشكال سطح ناضجة ، أو كانت بين النضج والكهولة . ففى الجنوب كانت قيعان الأودية النهرية عريضة ، وبالاتجاه شمالاً كانت تنتشر المراوح الرسوبية الفسيحة المنبسطة ، التى ما تلبث أن تتحول فى نفس الاتجاه إلى بيئة السهول الرسوبية العظيمة المساحة وهذه كانت تمتد لتصل إلى شواطىء البحر المتوسط القديم . وكانت بعض المجارى المائية الكبيرة الآتية من

النطاق الجبلي الجنوبي تنجح في اختراقها وتصل إلى البحر .

وما دام انكشاف يابس الزمن الثالث الليبي قد بلغ أوجه مع بداية عصر الميوسين ، فإننا نتوقع أن تزداد أحوال المناخ قارية وجفافاً ، مع نقص في التساقط فوق الصحراء الليبية . ومن الممكن استقاء معلومات دقيقة عن أحوال المناخ التي سادت الصحراء الليبية أثناء عصر الميوسين من نتائج الدراسات البتروجرافية للرواسب ، ومن الشواهد الباليونتولوچية التي أمكن العثور عليها في منطقة جبل زلطن Zelten . فالدراسة التي قام بها سيلي R. C. Selley (١٩٦٨) للتكوينات الميوسينية في تلك المنطقة دلت على وجود رواسب لاجونات (بحيرات ساحلية) ، ورواسب لمجاري مائية قمعية المصبات . وخرج سيلي من دراسته بأن الأحوال المناخية التي سادت المنطقة أثناء تلك الفترة تقارن بظروف المناخ السائدة الآن في منطقة خليج عمان .

ويقرر سافيج Savage (١٩٦٨) الذي درس المنطقة من الوجهة الباليونتولوچية ، أن حفريات الحيوانات الفقرية التي اكتشفها في رواسب هذه المجاري واللاجونات ، تضم التماسيح والسلاحف ، كما ذكر بأن حفريات الحيوانات البرية في المنطقة تشمل الفيلة والخراتيت والزراف ... وهي كلها كما نرى أنواع مدارية من الحيوان ، تناسبها ظروف الحياة في بيئة السفانا ، كتلك الأنواع التي نجدها الآن في شرق أفريقيا .

ولكي نكوّن فكرة صحيحة عن الأحداث الچيومورفولوچية التي عاناها القسم الداخلي من الصحراء الليبية أثناء النيوچين (النصف الثاني من الزمن الثالث) ، لا بد من القيام بأبحاث دقيقة في مختلف أجزاء تلك الأراضي الشاسعة المساحة والمقفرة . وهذه تتطلّب عملاً جماعياً يعجز عن القيام به الأفراد. وهناك صعوبة أخرى تقف في سبيل تصوير الأوضاع الچيومورفولوچية آنذاك ، وهذه تتمثل في أن التطور منذ نهاية الباليوجين وحتى بداية الزمن الرابع ظلّ مستمراً بصورة تدريجية غير محسوسة ، فلم تحدث تغيرات مناخية قوية أو فجائية يمكنها أن تتسبب في تعديلات ذات بال في تطور الظاهرات الچيومورفولوچية . وبالمثل كان خط ساحل خليج سرت القديم يتحرك متراجعاً نحو الشمال ببطء

وبالتدريج ولم تنشأ عن تراجعه اختلافات بيّنة فى مستوى القاعدة .

وبتراجع البحر المستمر ، وانكشاف أجزاء جديدة من قاعه ، كان السهل يتسع وينمو ، وكان لزاماً على المجارى المائية أن تطيل مجاريها فوق الأرض الجديدة المنحدرة انحداراً تدريجياً هيناً ، وهى فى طريقها إلى البحر . ولا شك أن السهل الساحلى الذى ظهر حديثاً كان يزخر بالبحيرات الساحلية المستطيلة والسبخات ، كما كان يتركّب من رواسب هشّة . وفوقه كانت المجارى المائية تترنّح صانعة للعديد من المنعطفات ، وقد ساعدها فى شق مجاريها رغم ضعفها تفكك الرواسب البحرية التى انكشفت حديثاً بتراجع البحر . وإلى الجنوب من ذلك كانت تلك المجازى تشق طريقها فى تكوينات رسوبية نهرية سبق لها إرسابها فى فترات سابقة .

وقد استمرت عمليات التعرية النهرية دائبة فى تعرية الهضبة فى القسم الجنوبى من الصحراء الليبية ، واتسع نظاما التصريف المائى القديمان اللذان كانا يصدران عن إطار المرتفعات الجنوبية فى العوينات وتبستى ، وظهرت فيهما روافد وأفرع جديدة . ولا شك أن المجارى المائية كانت تجرى أثناء هذه الحقبة خلال الصحراء الليبية من الجنوب نحو الشمال فى قنوات حسنة التحديد .

وإذا ما أفتقدنا المعلومات عن الأحداث الچيومورفولوچية أثناء عصر البليوسين فى داخلية الصحراء ، فإننا نجدها بصورة وفيرة فى الشمال فى منطقة صحابى . وتلك منطقة درسها بعض من بحاث الچيولوچيا ، ومن نتائج دراستهم يمكننا أن نستقى بيانات وافية عن الجغرافيا القديمة لمنطقة صحابى من جهة ، ثم عن الأحوال المناخية التى سادت الداخل من جهة أخرى .

ففى منطقة صحابى تنتشر رواسب الصحراء الحصوية الرملية من نمط السرير ، ويتداخل توزيع هذه الرواسب فى الإقليم بعيداً صوب الشمال أكثر من تداخل حصى السرير فى نفس الاتجاه فى أى جزء آخر من ليبيا . ويتفق تداخلها هذا فوق مساحة من الأرض لم تكابد من عمليات الرفع إلا قليلاً بالقياس لما عاناه منها كل النطاق الليبى المشرف على البحر المتوسط . وترتكز هذه الرواسب من الحصى والرمال الهوائية النمط بغير نظام فوق تكوينات من الرواسب النهرية

المصبية . وتتركب الرواسب الأخيرة من مواد صلصالية ورمال وحصى ، وهى تملأ منخفضاً يشغل مسطحاً تحاتياً يرجع لأواخر عصر الميوسين . وقد نشأ السطح التحاتى فوق تكوينات كلسية ، وأخرى ميكانيكية النشأة . وتتميز التكوينات بدقة حبيباتها ، وتحتوى على حفريات الجاستروبود Gastropod وأنواع من الأسماك، وكلها حفريات تنتمى لأوائل عصر الميوسين وأواسطه (دزيو ١٩٣٥) .

وتحتوى الرواسب النهرية المصبية التى ترتكز فوق السطح التحاتى على حفريات كثيرة لعظام وهياكل كاملة لحيوانات من بيئات متنوعة ، بعضها بحرى، وبعضها يعيش فى مياه عذبة ، والبعض الثالث لحيوانات تعيش فوق اليابس ، وتشمل فيما تشمل التماسيح والسلاحف والفيلة والأبقار ... وبينما تشير الحفريات الحيوانية البحرية الميوسينية أن المنطقة كان يسودها أثناء أوائل وأواسط الميوسين ظروف مناخية مدارية وشبه مدارية (D'Erasow ١٩٥١ ، ص ٦٦) ، فإن الحفريات الحيوانية القارية تدل بما لا يدع مجالاً للشك فى شيوع أحوال مناخية مدارية أثناء عصر البليوسين ، لا فى منطقة صحابى وحدها ، وإنما أيضاً فى نطاق مساحى كبير يمتد إلى الجنوب منها .

وقد عثر سياروجى Chiarugi (١٩٢٩) ودزيو (١٩٣٥) على عدد كبير من جذوع أشجار متحجرة فى منطقة قصر الصحابى والأراضى المحيطة بها . ورغم أن دزيو قد وجدها مبعثرة ومنتشرة هنا وهناك بغير انتظام ، إلا أنه حدد توزيعها فى اتجاهين : اتجاه شرقى نحو منخفض واحة جغبوب ، واتجاه جنوبى نحو منخفض واحة جالو . ويذكر دزيو أن بعضها على ما يبدو محلى أصيل ، ولكن الكثرة العظمى منها من أصل غريب عن المنطقة .

ونظراً لكثرة العثور على هذه البقايا الشجرية المتحجرة فى مجالى الامتداد الآنفى الذكر ، فإننا نتوقع إحتمال وجود نظام قديم للتصريف المائى ، كان ينحدر أساساً من الجنوب من منطقة جالو وما وراءها صوب الشمال ليصب فى مجال موقع قصر الصحابى الحالى . ويظهر أن هذا المجرى كان يكتسح مع تياره الأخشاب لتحتشد فى النهاية عند مصب صحابى .

وقد أعلن دزيو (١٩٣٥) عن اكتشاف أخشاب متحجرة فى مناطق

أخرى على نفس خطوط العرض ، ومنها منطقة سرت . كما عثر على بعض سيقان الأشجار فى برقة وسرت فى وضع قائم مع جذورها محفوظة فى رواسب بحرية تنتمى لعصر الميوسين . ولا توجد لدينا معلومات دقيقة عن عمر الأخشاب المتحجرة فى منطقة صحابى ، نظراً لأن فصائل النباتات التى أمكن تمييزها (Chiarugi ، ١٩٢٩) لم تكن مرتبة بنظام استراتيجرافى ، كما وأن ظروف موقعها ، إذا لم تكن من نمط منقول ، يثير الحيرة فى البحث عن أصل نشأتها . ولقد أرجع دزيو (١٩٣٥) عمر هذه الأخشاب المتحجرة إلى عصر الميوسين ، ولكنه عاد وساوره الشك فى تقرير هذا العمر ، ورأى مؤخراً (دزيو ، ١٩٧١) إرجاع عمرها لعصر أحدث ، ربما عصر البليوسين ، وخصّ بهذا التأريخ أخشاب برقة وإقليم سرت التى وجدها مبعثرة على رواسب بحرية ميوسينية .

وينبغى أن نلفت النظر إلى أن مجرد وجود جذوع أشجار متحجرة فى وضع قائم مع جذورها ومدفونة فى تكوينات ميوسينية بحرية ، لا يعدّ دليلاً كافياً على أن تلك الجذوع والجذور الشجرية تنسب لعصر الميوسين . ففى وقتنا الحالى نرى الأشجار بجذوعها وجذورها التى تمسك وتنمو فى تراكيب صخرية تنتمى لعصر چيولوچى قديم ، ولكنها بطبيعة الحال لا تمتّ بأية صلة من وجهة العمر لتلك الصخور القديمة .

ومهما يكن من شىء فإن وجود هذه الأخشاب المتحجرة فى جنوب برقة ومنطقة سرت له أهمية خاصة من وجهة نظر المناخ القديم . فقد درس A. Chiarugi (١٩٣١) كثيراً منها ، وميّز أنواعها ، وقال بأنها من نوع الأشجار التى تنمو فى ظلال مناخ مدارى رطب ، أى فى بيئة تتميز بحرارة ورطوبة متناسقة مع وجود فترات جافة نسبياً وهى صفات تميز مناخ إقليم السڤانا. وهذا الرأى يتفق تماماً مع المميزات المناخية القديمة التى أمكن الاستدلال عليها بواسطة الحفريات الحيوانية القارية وحفريات حيوانات المياه العذبة التى عثر عليها فى منطقة صحابى .

وعلى الرغم من تحول مناخ ليبيا إلى الظروف القارية بسبب اختفاء خليج سرت القديم وتحوله إلى يابس ، فإن قسماً كبيراً من أراضى ما نسميه الآن

بالصحراء الليبية كان يتميز أثناء عصر البليوسين بمناخ حار رطب ، يمكن مقارنته بالمناخ الموسمى السائد الآن فى الصومال . وفى مثل هذه الظروف المناخية نتوقع وجود أودية تجرى بالمياه ، وتكتنفها أشجار الغابات ، وعلى ضفافها تعيش الأفيال ، وفى مياهها تسبح التماسيح . وكان تيار الماء يجرف معه جثث الحيوانات البرية والمائية مع جذوع الأشجار إلى مصب صحابى . وكانت منطقة المصب منبسطة وقليلة الانحدار ، وتزركشها البحيرات الساحلية والمستنقعات الغدقة ، وتقطعها المجارى المائية وتجرى خلالها ، وترسّب فيها أنماطاً متنوعة من الرواسب . ويفسر لنا هذا الوضع الجغرافى القديم تداخل حصى السرير بعيداً صوب الشمال فى هذه المنطقة ، فهو هنا يمثل لا شك رواسب نهرية إكتسحتها ونقلتها المجارى المائية من أقصى الجنوب .

وإذا ما انتقلنا للزمن الرابع نجد كثيراً من الشواهد التى تدل على حدوث تغيرات مناخية فى رقعة الصحراء الليبية . فبالقرب من قصر الصحابى وحواليه ، أمكن اكتشاف خطوط شواطىء قديمة لبحيرة بليوستوسينية ، تشهد بشيوع ذبذبات مناخية بين الرطوبة والجفاف . وما تزال المناسيب البحيرية القديمة فى منخفضات الصحراء الليبية ، ومنها جغبوب والكفرة ، تحتاج إلى دراسة وتفسير .

ويظهر على جوانب قارة عويضه Uedda ، التى تقع إلى الجنوب مباشرة من جغبوب ، تتابع طبقى قارى يحتوى على حفريات حيوانية ونباتية ، ويطلق عليها « تكوين عويضه » . ويتركب هذا التكوين الذى درسه دى جيسار F. Di Gesare وآخران (١٩٦٣) من أربع طبقات من الصلصال الرملى الجبسى المالح ، والصخر الجيرى المارلى الرملى ، وترتكز فوقها طبقة جيرية رملية مالحة (كاليش Caliche) بها حبيبات من الكوارتز تتميز بالصقل الهوائى . وهذه الطبقة تعتبر مثالية لبيئة مائية بحيرية ، ويفصل هذه الطبقات عن بعضها ثلاثة مستويات من الرمال الهوائية . وتشمل الحفريات الحيوانية فورامينيفرا Foraminifera وأستراكودس Ostracods وجاستروبود ، كما تحوى الحفريات النباتية نوع أوجونيا Oogonia ، وهى جميعاً أشكال أحياء تنتمى لعصر البليوسين والزمن الرابع ، عاشت فى بيئة قارية ، وفى مياه ضحلة هادئة ، وفى بحيرات عذبة أو غدقة .

وقد جرى تقييم وتفسير هذا التتابع الطبقى مناخياً على الوجه التالى (مع شىء من التعديل لما أورده دى جيسار لزيادة الإيضاح) :

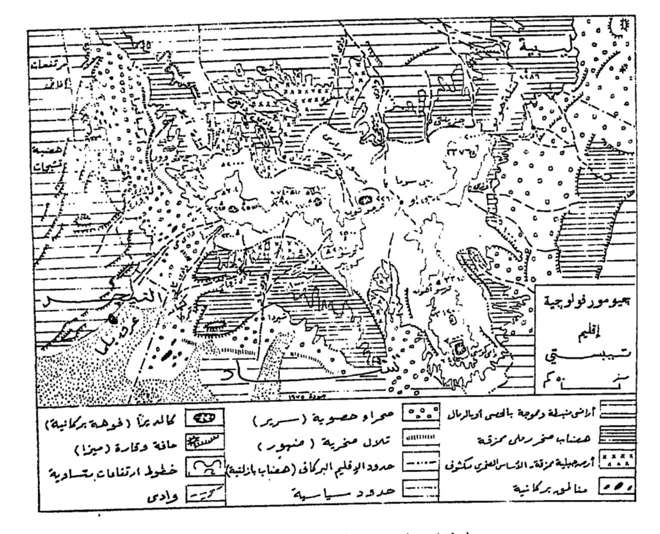
<table>
<tr><th>طبيعة ونوعية التتابع الطبقى</th><th colspan="2">التقييم المناخى</th></tr>
<tr><td>مخلفات حجرية من العصر الحجرى الحديث ومن عصر ما قبل التاريخ ـ الآلات الحجرية مصنوعة من الحجر الجيرى الذى ترسّب أثناء الفترة المطيرة الرابعة ـ مواقع حضارات ما قبل التاريخ فوق سطح الحجر الجيرى المعرّى .</td><td colspan="2">فترة تحسُّن المناخ (مطيرة)</td></tr>
<tr><td>تعرية الحجر الجيرى وإرساب الحصى النهرى أو السرير .</td><td>مرحلة مطيرة ثانية (أو فترة مطيرة خامسة)</td><td rowspan="3">الفترة المطيرة الرابعة</td></tr>
<tr><td>؟ ؟ ؟ ؟</td><td>مرحلة جافة ؟</td></tr>
<tr><td>إرساب الحجر الجيرى (كاليش Caliche)</td><td>مرحلة مطيرة أولى (أو فترة مطيرة رابعة)</td></tr>
<tr><td>إرساب ثالث لرمال العرق القديم الكوارتزية وتعرية الرواسب الأقدم .</td><td colspan="2">الفترة الجافة الثالثة</td></tr>
<tr><td>رواسب مناخ رطب تحوى بقايا نباتية وجاستروبود .</td><td colspan="2">الفترة المطيرة الثالثة</td></tr>
<tr><td>إرساب ثان لرمال العرق القديم الكوارتيزية .</td><td colspan="2">الفترة الجافة الثانية</td></tr>
<tr><td>تسوية العرق ـ تعرية الرواسب الأقدم بواسطة مجارى مائية آتية من الجنوب ـ إرساب تكوينات مناخ رطب .</td><td colspan="2">الفترة المطيرة الثانية</td></tr>
<tr><td>تعرية الرواسب الأقدم ـ إرساب رمال كوارتيزية لأول عرق قديم .</td><td colspan="2">الفترة الجافة الأولى</td></tr>
<tr><td>إرساب لحصى ورمال (سرير قديم) جلبته مجارى مائية آتية من الجنوب ـ إرسابات بحيرية عند الهامش الشمالى للعرق الحالى .</td><td colspan="2">الفترة المطيرة الأولى</td></tr>
<tr><td>رواسب نهرية ؟</td><td colspan="2">بليوسين</td></tr>
</table>

ويتضح من دراسات لدزيو (١٩٤٢) فى مرتفعات تبستى وجود آثار واضحة لتعرية مائية بليوستوسينية . ويكثر وجودا لمدرجات النهرية على جوانب أودية هذه الجبال خصوصاً منها الأودية التى تشق مناسيبها الوسيطة فيما بين ارتفاعى ٨٠٠ ـ ١٨٠٠ متر . ويمكن تجميع مستويات المدرجات فى ثلاث مجموعات تمثل ثلاث فترات مطيرة حدثت أثناء الزمن الرابع .

وفى دراسة أحدث لها جدرون H. Hagedron وباشور H. J. Pachur (١٩٧١) لمرتفعات تبستى وما حولها ، يذكران أن أشكال التعرية المائية تبدأ فى الظهور ابتداء من ارتفاع ٨٠٠ متر لتحلّ محل ظواهر التعرية الهوائية فيما دون ذلك من السفوح . وتبدو القطاعات العرضية للنظام النهرى الذى يتفرع تجاه هامش المرتفع إلى أخاديد ضيقة ، فى هيئة خوانق عميقة وأودية تتخذ شكل الرقم ٧ ، فهى ذات جوانب شديدة الانحدار . وتتباين شدة الانحدار بتنوع مقاومة الصخر للتعرية (شكل ٣) .

وتختلف القطاعا الطولية للأودية هنا عن قطاعات الأنهر فى المناطق المناخية الأخرى . فهى على العموم غير منظمة ، يقطعها عدد كبير من الدرجات حيث أمكن للمساقط المائية المصاحبة لفيضانات نادرة أن تنشىء حفراً تظل بها المياه فترة طويلة عقب سقوط المطر . وتوجد هذه الدرجات فى كل واد، وفى كل نوع من الصخور ، فتكوينها لا يرتبط بمادة الصخر ، وإن كان موضعها يتحدد عموماً بالخارج الصخرية الأكثر مقاومة للتعرية . وعلى أى حال فإن نمو القطاعات الطولية بهذا الشكل هو نتاج لظروف المناخ التى سادت المنطقة أثناء العصر الحديث . أما حفر الأودية ونشوء شبكات التصريف المائى فوق المرتفعات فقد تمّ بلا شك أثناء العصر المطير .

وفوق ارتفاع ٢٠٠٠ متر فى نطاق مرتفعات تبستى تحلّ محلّ أشكال التعرية المائية المثالية أشكال مورفولوچية ناشئة عن عمليات التعرية التى تميز مناطق هوامش الجليد بالإضافة إلى التعرية المائية . وعلى الرغم من أن فعل الصقيع قد استمر دائباً بدرجة محدودة أثناء العصر الچيولوچى الحديث ، إلا أن الغالبية العظمى من الأشكال الأرضية التى نجمت عن فعل العمليات



(شكل ٢) جيومورفولوجية إقليم تيبستي .

الچيومورفولوچية فى نطاق هوامش الجليد هنا هى فى الواقع أشكال حفرية ترجع إلى فترات البرودة (والمطر) أثناء عصر البليوستوسين .

وفيما بين النطاقين المتميزين بأشكال التعرية الهوائية والمائية ، يمتد نطاق من مستويات الرمال النهرية فوق سطوح مجدوعة قديمة ، وسهول صخرية من نوع البديمنت Pediment . ويتميز النطاق أيضاً بوجود كثير من القور والتلال المتخلّفة Inselberge التى يتراوح ارتفاعها بين ٤٠٠ ـ ٥٠٠ متر . والتى قطعتها التعرية المائية فاستحالت إلى أشكال متباينة .

وعلى الرغم من أن نطاق المستويات السفلى (دون ٨٠٠ متر) من مرتفعات تبستى يتميز بأشكال التعرية الهوائية ، خصوصاً أشكال عمليات الإرساب التى تتمثل فى حقول الكثبان الرملية وبحار الرمال التى تغطى مساحات فسيحة ، خصوصاً فى داخلية الأحواض الضخمة كحوض مرزوق ، إلا أننا نعتبر هذه الظواهر السطحية بمثابة هجرة للعمليات المورفولوچية أثناء العصر الچيولوچى الحديث . فهناك آثار جدّ واضحة للتضاريس المائية فى هذا النطاق ، تلك التضاريس التى شكلها الماء الجارى أثناء عصر البليوستوسين ، وغيّر ملامحها فعل الرياح التجارية حين ساد الجفاف الحالى . يضاف إلى ذلك أن الرواسب البحيرية التى تظهر فى أودية النحت الهوائى ، والتى تحوى حفريات الدياتومات Diatoms والجاستروبود Gastropod تدل دلالة قاطعة على سيادة ظروف مناخ مطير أثناء عصر البليوستوسين .

وتشير المدرجات النهرية على جوانب أودية الجبال على تكرر حدوث تغير فى ظروف المناخ أثناء الزمن الرابع . ومن الممكن موازاة المدرجات النهرية الموجودة على جوانب الأودية المتجهة جنوباً بخطوط الشواطىء القديمة لبحيرة تشاد ، كما يمكن الربط بين مدرجات الأودية الشمالية الاتجاه بسلسلة من الدالات التى تمتد موغلة فى داخل سرير تبستى .

ففى سرير تبستى الذى تبلغ مساحته زهاء ٤٠,٠٠٠ كيلو متر مربع استطاع هاجدرون Hagedron وباشور Pachur (١٩٧١) أن يميزا عدداً من الدالات الداخلية التى كونتها المجارى المائية الكبيرة فيما مضى ، كوادى ييجى

Yebigué ، ووادى برداجى Bardagué ، تلك الأودية التى تنبع من مرتفعات تبستى . وتقع الدلتا الداخلية الأولى التى كونها وادى ييبجى فى منطقة زيرى جوبو Ziri Gobou فيما بين جمهوريتى ليبيا وتشاد . وتتكون أرضية الدلتا من غطاء يتركب من تكوينات غرينية رمادية اللون ، ويبلغ سمك التكوينات حوالى ثلاثة أمتار . وتتداخل فيها مستويات رفيعة من التوفا البركانية المكونة من حصى فى حجم قبضة اليد ، ومستويات أخرى من حصى الكوارتز والشِّست والصخر الرملى ، ويتراوح قطر هذا الحصى بين ٢ ــ ٣ سم .

وتكتنف هوامش الدلتا من جهة الشمال والشرق حافات تتكون من رمال ناعمة تحوى الكثير من الميكا التى اشتقت على ما يبدو من صخور شست الأساس الصخرى الغنية بالميكا . ويدخل فى تكوين الحافات أيضاً كمية صغيرة من الحصى . وتتغطى قمم الحافات التى يصل ارتفاعها إلى نحو $\frac{1}{2}$ ٢ متر بغطاء من الحصى نشأ نتيجة لهبوب الرياح .

وإلى الشمال من هذه الدلتا بنحو ٧٠ كيلو متراً توجد حافات حصوية تمتد من الشرق إلى الغرب ، ويبلغ ارتفاعها ٢,٢ متراً ، كما تمتد حافات أخرى حصوية فى اتجاه مضاد أى من الشمال إلى الجنوب نتيجة لدفع الرياح . وتتركب الحافات من حصى متباين الحجم ، وأكبر قطر له يبلغ ١٢ سم . وتحوى خطوط التصريف العميقة رواسب غرينية رمادية اللون . وبالقرب من الحافات الشرقية الغربية الاتجاه تجرى خطوط التصريف المائى فى نطاق الصلصال المالح الحفرى عند عمق حوالى ٢ متر .

وهناك دلتا أخرى داخلية مشابهة ، لكنها أقدم ، تنتهى إلى الشمال من مدار السرطان بحوالى ٣٠ كيلو مترا . وهى تشمل مساحة من الحافات الحصوية المتقاطعة ، لكنها غير واضحة المعالم ، وهى تتداخل بصورة غير محسوسة فى السهل المحيط بها . وبالأضافة إلى حصى الكوارتز والبازلت الموجود أسفل غطاء من الرمال الهوائية ، توجد مادة رملية محمرة التى يمكن العثور عليها أسفل تكوينات غرين الدلتا الجافة الجنوبية . وهنا نجد دلتا أحدث طغت على أخرى أقدم .

وهذه التراكمات والأشكال التى وصفناها هى جميعاً أحدث من طبقة حصى يبلغ سمكها حوالى متراً واحداً ، يمكن تتبعها شمالاً حتى هوامش بحر رمال ربيانه . ويتركب الحصى من الكوارتز ومن الكوارتزيت (بكمية أقل) ومن البازلت ، ويمكن موازاة هذا الحصى بتكوينات المدرجات فى القسم الجبلى من وادى ييبجى Yebigué ، وذلك بواسطة تجمعات المعادن الثقيلة .

وقد سبق لدزيو فى عام ١٩٤٢ أن وصف جبل نيرو Nero الواقع حوالى دائرة العرض ٢٥ َ ٢٣ ْ شمالاً ، وهو عبارة عن كويستا تطل واجهتها على اتجاه الجنوب الغربى . وتبين من الدراسة أن وادى برداجى Berdagué كان يغذى بالمياه بحيرة تقع على الجانب الغربى من جبل نيرو ، وذلك أثناء عصر البليوستوسين وأوائل العصر الحديث . وتظهر الرواسب البحيرية فى المنطقة مكشوفة لسمك يصل إلى ٤ متر ، وتحوى كثيراً من الرخويات التى تعيش فى المياه العذبة ، وتتكون الرخويات أساساً من بقايا الدياتوم Diatom .

وتختفى هذه الرواسب تجاه الجنوب الشرقى أسفل طبقة من الحصى . ويحوى الحصى بازلت وتوفا فى قالب من رمال معدنية ملونة ناعمة . ويمكن تتبع الطبقة لمسافة تصل إلى نحو ١٠٠ كيلو مترا من الهامش الجبلى ، وأخيراً تتغطى برواسب دلتاوية جافة غير متجانسة تحوى الكثير من الغرين .

ويمثل هذا التتابع الإرسابى المجرى النهرى القديم لوادى برداجى Bardagué . ويمكن تمييز هذا المجرى من الصور الجوية (بيرس Persce ١٩٦٨ ، شكل ٢٢) ، فهو يبدو فيها كشريط بنى داكن يبدأ عند دلتا برداجى الحالية الجافة ، ويمتد فى اتجاه شمالى شرقى متوغلافى السرير . وفى الشمال والجنوب يصاحب هذه الرواسب النهرية المعدنية الملونة (بألوان المعادن التى تحويها) بالمادة المجواة البنية التى سبق وصفها على امتداد وادى ييبجى Yebigué .

وكلا نمطى الإرساب يحتويان على أكثر الصخور مثالية الموجودة فى مجال مرتفعات تبستى ، رغم أنها قد جويّت (أصابها التحلل) بدرجات متفاوتة . ولما كان الأساس الصخرى الموجود أسفل الرواسب يتركب من تكوينات تنتمى للزمن الثالث ، وتتألف من صخور المارل والجير والجبس ومن الصخور الرملية فى

الجنوب الغربى ، فإنه يمكن بسهولة إثبات أن الرواسب النهرية قد أتت أصلاً من مرتفعات تبستى ، ومثل هذا يقال أيضاً عن المنطقة المجاورة لجبل إغاى .

وفى جبل نيرو Nero توجد بقايا لغطاء حصوى ثالث فوق سطحه الشبه هضبى . ويتركب الحصى هنا كلية من الكوارتز . وهو يوجد فى قالب من المواد ذات اللون الأحمر الداكن ، وحينما يكسر ، يظهر بناء متعدد الأضلاع . ويصل سمك هذه الطبقة الحصوية نحو مترين ، وهى توجد فوق أعلى أجزاء السطح شبه الهضبى . وحينما نتتبعها فى اتجاه الشرق نجدها تختفى أسفل طبقات الحصى البنية الغنية بمواد جبال تبستى . ومن ثم فهى تمثل أقدم الرواسب فى المنطقة ، ولكن عمرها لم يتقرر بعد . ويمكن موازاة طبقات حصى الكوارتز بالطبقة الرقيقة المكونة من حصى مماثل ، والمصاحبة لوادى يبيجى Yebigué على منسوب مدرجه العلوى .

ويعتلى سطح الرواسب البحيرية فى الجانب الجنوبى الغربى من جبل نيرو تلال صغيرة يصل ارتفاعها إلى ٩ متر . وتتركب من رمال هوائية طباقية تتخللها شبكة من جذور أشجار الأثل وأغصانها . وتؤخذ هذه التلال كشواهد لآخر فترة رطبة فى سرير تبستى ، وتدل على ذلك نتائج التأريخ بواسطة الكربون ١٤ (هاجدرون ، ١٩٧١)

وحينما يتم التعرف والتمييز بين الدالات الحفرية (القديمة) الداخلية ، وخطوط التصريف المائى ، وغطاءات الإرسابات النهرية ، سيتضح معنى وأهمية التوزيع الذى يبدو الآن مضطرباً لشتى التربات التى وصفها مكيلاين Meckelein (١٩٥٩) ، وفورست Furst وآخرون (١٩٦٦) . وفى الدلتا الحالية لا يوجد تكوين تربة حقيقية ، فيما عدا تلوين بنى طفيف فى الأجزاء العليا منها . ولا تبدأ التربة البنية أو المحمرة الفاتحة فى الظهور إلا أسفل الغطاء الحصوى الأقدم .

ويمكن العثور على تربة حمراء حقيقية تكتنفها شروخ وشقوق مملوءة بالرمال الهوائية (وبالرماد البركاني قرب واو الناموس) فى القسم الشمالى الغربى من السرير . وفى هذا القسم لم يعثر على آثار لرواسب دلتا حفرية ، أو لخطوط تصريف مائى رئيسية إلا فى أجزاء محدودة . ومع هذا فبالمنطقة تربات بنية إلى كستنائية .

من هذا نرى أن التربات تعكس آثار الظواهر الچيومورفولوچية المختلفة وهى بالمثل تعكس التاريخ المناخى للزمن الرابع مع ما صحبه من تعاقب فترات المطر والجفاف .

وهناك أدلة أخرى تعزز الشواهد التى أوردناها بسبيل إثبات حدوث أدوار مناخية سالفة أكثر رطوبة فى منطقة تبستى . ومن هذه الأدلة أن الرواسب الغرينية تحتوى على بقايا أحياء غنية من الرخويات لا يمكن أن تعيش إلا إذا كانت المياه العذبة موجودة فى هذه الرقعة لفترات طويلة . وقد عثر هاجدرون وباشور (١٩٧١) على كثير من تلك القواقع ، وهى جميعاً من الفصائل التى تعيش فى المياه العذبة ، فيما عدا فصيلة واحدة تستطيع أيضاً أن تعيش فى المياه الغدقة . وقد تمّ العثور عليها فى مجال إرساب وادى يبيجى القديم . ويشيع وجود أصداف قواقع المياه العذبة فى دلتا وادى برداجى الجافة بالقرب من جبل نيرو .

ولقد يقال بأن بقايا هذه الأحياء منقولة ، ولكن حالة حفظها ، وطبيعة طباقيتها (وجودها فى مستويات منتظمة) ، ووجود تسلسل كامل فى أعمار القواقع من الأحداث إلى كبار السن ، كما يشير بذلك هاجدرون (١٩٧١) ، كل ذلك كفيل باستبعاد احتمال نقلها لمسافة طويلة . ولا يشك فى أن تلك الأحياء قد سكنت بحيرة كانت تشغل هذه الرقعة . وقد تراكمت فى طبقات بعضها لا يحوى سوى هذه القواقع ، وبعضها الآخر يحوى ، إلى جانب القواقع، تكوينات من الدياتومايت وصخر جير مياه عذبة أو صلصال . ويصل سمك هذه الإرسابات البحيرية حوالى ٥ متر .

وبالإضافة إلى ذلك هناك آثار عديدة لاستيطان بشرى قديم . وتبدو أماكن الاستقرار فى هيئة مجموعات غالباً ما تتكون كل مجموعة منها من ست إلى ثمانى ربوات مستديرة ضحلة ، ويكثر عليها وجود الحصى الكبير الحجم بصورة تلفت النظر ، خاصة وأن الحصى الكبير يقل وجوده نوعاً فى الأرض المحيطة . وقد عثر هاجدرون وباشور (١٩٧١) على كمية كبيرة من الأحجار المشظاة ، والأدوات الحجرية بجوار هذه الأكمات ، يظنّ أنها تنتمى للعصر الحجرى الحديث . ووجود هذه الأدوات الحجرية يقوى احتمال أن هذه الربوات هى بقايا

بشرية . وتمكن مشاهدة هذه الأماكن على مسافات تزيد على ٢٠٠ كيلو متر من تبستى .

والواقع أن المخلفات الحجرية واسعة الانتشار فى جميع أنحاء الصحراء الليبية ، وهى تبرهن على وجود إنسان ما قبل التاريخ فى القسم الأعلى من الزمن الرابع ، أى أثناء العصرين الحجرى القديم والحجرى الحديث . ذلك الإنسان الذى عاش على ما يبدو فى بيئة عامرة بالحيوانات الثديية التى كانت تعيش فى الماء العذب وعلى اليابس . ويرجح أنها كانت بيئة تماثل بيئة السڤانا الحالية .

وفى مرتفعات تبستى ، وعلى ارتفاع حوالى ١٨٠٠ متر ، توجد حفريات نباتية تتكون أساساً من فصائل البحر المتوسط ، وهذه من الممكن أن تكون ممثلة لفترات أكثر رطوبة وأكثر برودة أثناء عصر البليوستوسين . وكل هذه المشاهدات تسند النظرية القائلة بأن فترات المطر الجنوبية والشمالية كان لها تأثير على الجبال، وأنها وصلت قمم نموها فى أوقات متباينة بعض الشىء .

هذا وتوجد مخلفات كثيرة لتراكمات هوائية متماسكة قديمة (حفرية) ، على سبيل المثال في وادى بيجى ، تقدّم دليلاً على فترات جافة تخللت عصر البليوستوسين .

وإذا ما عبرنا الحدود السياسية إلى تشاد ، نجد شواهد استراتيجرافية وچيومورفولوچية عديدة تشير إلى ظروف مناخية مماثلة يمكن استقراؤها من دراسات دالونى Dalloni (١٩٣٤) ، وجروف Grove (١٩٦٠) ، ووارين Warren وجروف (١٩٦٨) ، وإرجنزنجر Ergenzinger (١٩٦٨) . ويتضح التغير الحاد فى الظروف المناخية أثناء عصر البليوستوسين من نتائج دراسة مناسيب خطوط الشواطىء القديمة حول بحيرة تشاد . فقد كانت الاختلافات كبيرة فى منسوب الماء ، وفى اتساع البحيرة ، كما وأن أودية جنوب مرتفعات تبستى تتميز بوجود مدرجات واضحة وذات مناسيب متباينة . وقد كان تأثير هذه الظروف المناخية يصل بلا شك إلى جنوب الصحراء الليبية . وعلى الرغم من أن ظروف بيئة من نوع السڤانا كانت سائدة فى جنوب الصحراء الليبية ، إلا أنه لا ينبغى بالضرورة أن نعتقد بأن المطر كان من الوفرة بحيث كان يكفى لنشوء أنهار كبيرة

أو بحيرات ضخمة .

وإذا ما سلّمنا بأن الظروف المناخية المشار إليها قد سادت الصحراء الليبية أثناء الزمن الرابع ، فإننا ينبغى أن نعرف أن تلك الظروف هى انعكاس لأحوال المناخ التى سادت وسط أوروبا أثناء عصر البليوستوسين . ويعنى هذا أن فترات المطر فى الصحراء الليبية توازى وتعاصر على وجه التقريب فترات الجليد الأوربية الشهيرة . ورغم أن الموازاة لم تتم بينها بصورة مرضية تماماً حتى الآن ، فإنه من المؤكد أنه قد حدث تعاقب منظوم بين فترات رطوبة وجفاف فى كل الصحراء الليبية أثناء الزمن الرابع .

وقد سبق لكثير من البحاث (منهم فلون H. Flohn ؛ ١٩٥٣ ، ١٩٦٣ ـ وبالوت L. Balout ، ١٩٦٢ ـ وبودل J. Buedel، ١٩٥٢ ، ١٩٥٥ ، ١٩٦١ ، ١٩٦٥ ـ وفولد شتيت P. Woldstedt ، ١٩٦١ ، ١٩٦٦ ـ وبوتسر K. W. Butzer ، ١٩٦٧ ـ وجودة ١٩٦٦ ، ١٩٧١ ، ١٩٧٣) ، أن قاموا بعملية الربط المناخى بين فترات المطر هذه ، وبين مناخ العصر الجليدى حول القطب الشمالى . وقد تبين أن الانخفاض فى درجات الحرارة فى النطاق المدارى كله كان يبلغ نصف معدله فوق القلنسوة القطبية ، وكان هذا يعنى ازدياد المدى الحرارى بين المناطق القطبية والمناطق المدارية . وفضلاً عن ذلك فإن النطاق القطبى قد اتسع وامتد من موضعه بحدوده الحالية فوق قسم عظيم من العروض الوسطى : ففى نطاق العروض الأوربية كان حدّ الغابات القطبى يقع حوالى دائرة العرض ٤٥° شمالاً بدلاً من دائرة العرض ٦٩° شمالاً فى وقتنا الحالى . هذا بالإضافة إلى أن موقع الجبهة القطبية ، ومن ثمّ موضع شدة كثافة الأحداث المثيورولوجية قد تزحزح تجاه خط الاستواء نحو ١٥° إلى ٢٠° عرضية ، أى بين دائرتى العرض ٤٥° ـ ٥٠° شمالاً فى وقتنا الحاضر ، إلى حوالى دائرة العرض ٣٠° شمالاً آنذاك (جودة ١٩٧١ ، ص ٣١) .

وينبغى أن نضيف إلى ذلك ، أن هذا التقدم لنطاق الجبهة القطبية نحو خط الاستواء قد صحبه اتساع عظيم على امتداد خطوط الطول ، ومن ثم انتشار على رقعة أوسع من سطح الأرض (الدائرة العرضية عند الدرجة ٥٠ شمالاً :

٢٦,٠٠٠ كيلو متر ، وعند الدرجة ٣٠ شمالاً : ٣٥,٠٠٠ كيلو متر وعند الاستواء : ٤٠,٠٠٠ كيلو متر) . معنى هذا أنه كان يقف حينذاك قبالة النطاق الاستوائى ذى الحرارة العظمى نطاقان (ليسا أقل منه طولاً بكثير) من جبهات الهواء البارد فى مجال النطاق الشبه مدارى الحالى . ونتيجة ذلك كانت تتمثل فى إضعاف الدورة الهوائية النطاقية Zonal Circulation ، وتقوية الدورة الطولية Meridional Circulation . ومن ثم فإن نطاق الضغط المرتفع الحالى المستديم على مدار السنة ، والذى ترتبط به « صحارى الرياح التجارية » كان يتقطع إلى «خلايا» Cells بواسطة ورود هواء قطبى بحرى مطير . وقد كانت أقوى تلك الهبات الهوائية القطبية تستطيع الوصول إلى داخلية النطاق المدارى مراراً وتكراراً أكثر مما تفعل فى وقتنا الحالى بكثير ، وكان هذا يعنى حدوث خلخلة وتقطع للرياح التجارية بواسطة الأعاصير المدارية (جودة ، ١٩٧١) .

وقد كانت الصحراء الليبية (باستثناء هامشها الجنوبى الأقصى) أثناء جميع الفترات الجليدية البليوستوسينية أكثر رطوبة منها فى الوقت الحالى ، وذلك نتيجة لتكرار حدوث تقدم واقتراب الجبهة القطبية ، بشكل متشابه ، من النطاق المدارى . ونحن نسمى هذا النمط من فترات المطر «فترات المطر القطبية» . وكان ينبغى لهذه الفترات أن تتميز على الخصوص بالأمطار الشتوية ، كما هى الحال فى منطقة البحر المتوسط فى وقتنا الحاضر (جودة ، ١٩٧١ ، ص ٣٢) .

أما فى الهامش الجنوبى من الصحراء ، فقد كانت الظروف مختلفة . فهنا كان تأثير مناخات العصر الجليدى أكثر تخلخلا ، وفعلها غير مباشر . فقد حلّ الجفاف بهذا الهامش ، بعد انتهاء الزمن الثالث الحار الرطب ، مع بداية عصر البليوستوسين ، واستمر حتى نهاية أواسطه . ولم تظهر الرطوبة مرة أخرى إلا فى البليوستوسين الأعلى (ابتداء من فترة ريس حتى نهاية أواسط فترة ڤورم) ، ثم فى العصر الحجرى الحديث عقب فترة جفاف فى أواخر ڤورم وأوائل الهولوسين . والواقع أنه فى أثناء فترتى ريس وڤورم (وربما فى فترة إيم Eem أيضاً) كانت كل الصحراء من جميع جوانبها : من الشمال ومن الجنوب ومن أعلى (من مرتفعاتها المطيرة) قد تقلصت وانكمشت وعمّها المطر (جودة ١٩٧١ ص ٣٣

و ١٩٧٣ صفحات ١٦ ، ١٧) .

وبالنسبة لحدوث هذه الفترة المطيرة المتصلة فى الهامش الجنوبى للصحراء أثناء البليوستوسين الأعلى ، فلا شك أنه قد شاركت فى نشأتها الكتل الهوائية الباردة التى كانت تستطيع الوصول إلى النطاق المدارى حينذاك . ولكن يبقى السؤال : لماذا لا نجد للفترات الجليدية الأقدم تأثيراً مباشراً أو غير مباشر فى هذا الهامش الجنوبى ، ولماذا لم تقم بهذا التأثير رغم أنها ولا ريب اتسمت بنفس الظروف المناخية التى تميزت بها فترة ڤورم ؟ لا بد إذن أن كان هناك تأثيراً آخر ظهر هنا . ومارس فعله آنذاك . وهذا التأثير لا يمكن أن يأتى إلا من النطاق الإستوائى ذاته ...

كل الطاقة الجوية تأتى من الإشعاع الشمسى ، وهذه يشتد تأثيرها فى تسخين العروض الإستوائية ، وفى الدورة الهوائية العامة . ونحن نجد هنا أهم نطاق تحدث فيه عملية تحول هذه الطاقة إلى غلافنا الجوى ، ومن ثمّ فإنه نطاق تحكمه ولاشك قوانين ونظم خاصة فى أثناء ذبذباته التى تحدث على امتداد مئات السنين. وهذه تتداخل بتأثيرات تصدر عن القلنسوات القطبية أثناء الفترات التى تتميز بعظم شدة التبريد . وفى أثناء عصر البليوستوسين لم تحدث هذه الحالة بوضوح إلا فى أثناء فترتى ريس وڤورم . أما قبل عصر البليوستوسين وبعده فقد كان يتحكم فى الذبذبات التى تحدث فى هذا النطاق الجوى الوسيط أحداث نابعة ومتأصلة فى النطاق ذاته . وعلى هذا النحو يمكننا أن نسمى فترة الرطوبة التى حدثت فى الهامش الجنوبى من الصحراء أثناء البليوستوسين الحديث « فترة مطيرة استوائية » (جودة ، ١٩٧١ ، ص ٣٣ ـ ٣٤) .

وهذه الرابطة (بين مركز التأثير الإستوائى وحدوث فترة مطر) نجدها ممثلة بصورة أوضح فى فترة المطر التى حدثت فى العصر الحجرى الحديث . فهنا تنعدم الصلة تماماً بين سقوط المطر ، وبين التتابع المناخى « الأوربى » ـ كمركز تأثير ـ من فترات باردة (جليدية) وأخرى دافئة . إذ أن ظهور فترة مطيرة شديدة الوضوح فى العصر الحجرى الحديث وما بعده فى الهامش الجنوبى من الصحراء، لم يتفق إطلاقاً مع بداية فترة باردة « شمالية » (هبوط فى المتوسط الحرارى

السنوى مقداره حوالى ٨ ° م) ، وإنما على العكس من ذلك فقد اتفق مع أوج فترة الدفء الهولوسينية (ازداد المتوسط الحرارى السنوى أثناءها فى وسط أوربا بنحو درجتين مئويتين عنه حالياً) ، ثم مع الهبوط الحرارى إلى فترة أبرد بعض الشيء (أعقبت فترة الدفء الهولوسينية المذكورة) التى لم تبدأ إلا بعد عام ١٠٠٠ قبل الميلاد . ولهذا فإن المؤثرات التى أتت من مجال الدورة الهوائية «الشمالية» (خارج النطاق المدارى) لا يمكن أن تكون قد شاركت فى تلك الأحداث المناخية إلا بقدر ضئيل (جودة ١٩٧١ ، ص ٣٤) .

من هذا يمكننا القول بأن مركز التأثير المناخى بالنسبة لهذه الفترة المطيرة فى العصر الحجرى الحديث ، التى تعاصر وسط الفترة الدفيئة الطويلة المنتظمة الحرارة التى أعقبت الجليد فى « الشمال » (فيما بين عامى ٧٠٠٠ ــ ٥٠٠ ق.م) ، لم يكن نطاق الجبهة القطبية ، وإنما كان فى النطاق الإستوائى ذاته .

المراجــــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٤) : الاكتساح والنحت بواسطة الرياح . مجلة كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى . أبحاث فى الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية . بيروت .

جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر فى الصحراء الكبرى الإفريقية بحث فى الجيومورفولوجيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .

جودة حسنين جودة (١٩٧٣) : أبحاث فى جيومورفولوجية الأراضى الليبية . منشورات جامعة بنغازى ، كلية الآداب .

Baird, D. W. (1972) : A brief geological History of the Sirte Basin and its relation to Hydrocarbon Accumulation. Oil Industry Siminar sponsored by the Faculty of Economics and Commerce, University of Benghazi .

Ball, J. (1939) : Contributions to the Geography of Egypt. Cairo.

Bellair, P. (1953) : Le Quaternaire de Tejerhi. Inst. H. E. Tunis, I, Mission au Fezzan (1949), Tunis .

Balout, J. (1952) : Pluveaux interglaciares et prehistoires Saharienne. Trav. Inst. Rech. Sah. VII .

Buedel, J. (1952) : Bericht uber Klima-morphologische und Eiszeit - forschungen in Niederafrica. Erdk, VI .

Buedel, J. (1955) : Reliefgenerationen und Plio-pleistozaner Klimawandel in Hoggar-Gebirge. Erdkunde IX .

Buedel, J. (1965) : Eiszeitalter und heutiges Erdbild. die Umschau, H. 1 .

Butzer, K. W. and Cuerda, J. (1967) : Coastal Stratigraphy of Southern Mallorca and...the Pleistocene Chronology of the Mediterranean Sea. J. Geol. 70 .

Chiarugi, A. (1929) : Prime notizie sulle foreste pietrificate della Sirtica. N. Giornale Bot. Ital., N. S., Vol. 35, Firenze .

Chiarugi, A. (1931) : Le foreste pietrificate delle nostre Colonie : resultati aquisiti e programma di ricerche. Atti 1 Congr. Studi Coloniale, Vol. III, Firenze .

Conant, L. C. and Goudarzi, G. H. (1964) : Geologic Map of Libya: U. S. Geol. Surv. Misc. Geol. Inv. Map. 1 - 350 A scale 1 : 2,000,000.

De Angelis, M. (1934) : Osservazioni sulle sabbie della Libia. Missione Scient. R. Accad. d'Italia a Cufra (1931), Vol. III, Roma .

Ergenzinger, Peter (1968) : Vorlaufiger Bericht uber geomorphologische untersuchungen im Suden des Tibistigebirges.

Zeitschr. fur Geomorphol. V. 12, n. 1 .

Flohn, H. (1953) : Atmosphaerische Zirkulation und Palaeoklima - tologie. Geol. Rundsch. 40 .

Flohn, H. (1963) : Zur meteorologischen Interpretation der pleistozaenen Klimaschwankungen. Eiszeit. und Gegenw. 14 . Oehringen .

Furst, M. (1966) : Bau und Entstehung der Serir Tibesti. Zeitsch. f. Geom. Bd. 10, H. 4. Berlin .

Gerard, G. (1958) : Carte géologique de l'Afrique Equatoriale Française au 1/2.000.000. Notice explicative. Paris .

Grove, A. T. (1960) : Geomorphology of the Tibesti Region with special Reference to Western Tibesti. The Geogr. Jour. Vol. 126, London .

Hagedorn, H. (1968) : Ueber aeoliche Abtragung und Formung in der Sudost-Sahara. Erdkunde Bd. XXII. Bonn.

Hagedorn, H. and Pachur, H. J. (1971) : Observations on climatic Geomorphology and Quaternary Evolution of Land-forms in South Central Libya. Geology of Libya, Tripoli .

Klitzsch, E. (1966) : Comments on the Geology of Central Parts of Southern Libya and Northern Chad. Petrol. Expl. Soc. of Libya. Tripoli .

Knetsch, G. (1950) : Beobachtungen in der libyschen Sahara. Geol. Rundsch, Bd. 38. H. 1, Stuttgart .

Meckelein, W. (1959) : Forschungen in der Zentralen Sahara. Braunschweig .

Mortensen, H. (1927) : Der Formenschatz der nord-chilenischen Wuste. Abd. Ges. Wiss. Gottingen, Math. - Phys. Klasse,

Neue Folge, Bd. XII, 1. Berlin .

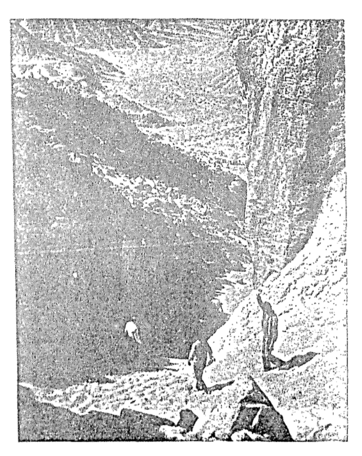
Pesce, Anglo (1968) : Gemini Space Photographs of Libya and Tibesti. A Geological and Geographical Analysis. Petr. Ex. Soc. Libya, Tripoli .

Selley, R. C. (1968) : Near-shore marine and continental sediments of the Sirte basin, Libya. Proceed. Geol. Soc. of London, No. 1648, London .

Warren, A. and Grove, A. T. (1968) : Quaternary Landforms and Climate on the South Side of the Sahara. Geogr. Jour. Vol. 134. London .

Woldstedt, P. (1961) : Das Eiszeitalter, Grundlinien einer Geologie des Quartars. 3. Aufl. Stuttgart .

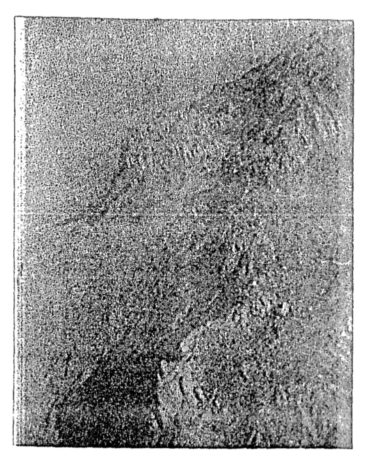
woldstedt, P. (1966) : Ablauf des Eiszeitalters. Eisz. u. Gegenw. 17. Oehringen .



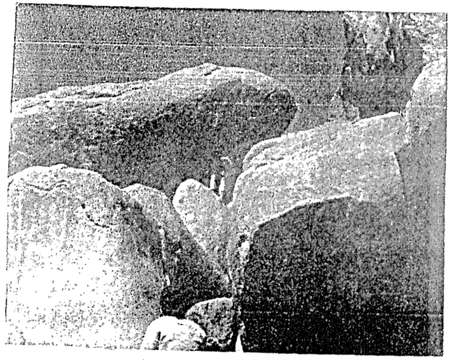
شكل (٣) أحد الأودية الصحراوية العميقة التى تقطع الحافة الغربية لجبل أكاكوس



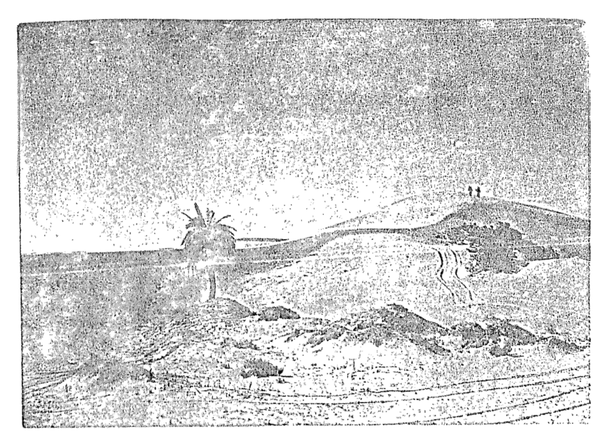
شكل (٤) وادى تنزفرت ، أحد .لأودية الصحراوية الضخمة .



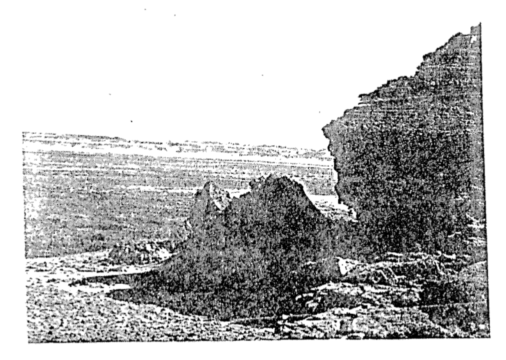
شكل (٥) قمة جبل العوينات حيث تشتد عمليات التجوية والتعرية .



شكل (٦) كتل ضخمة من الجرانيت تنتشر عند أقدام جبل العوينات .



شكل (٧) التكوينات الرملية بمنطقة الجغبوب .



شكل (٨) الحافة الشمالية لمنخفض الجغبوب .

البحث السابع

التطور الچيومورفولوچى لإقليم فزان

التطور الچيومورفولوچى
لإقليم فزّان

ظهرت معظم أراضى إقليم فزان فوق منسوب البحر فى بداية الزمن الثانى ومع بداية الزمن الثالث طغت مياه البحر المتوسط القديم على الأراضى الليبية ، وامتد من هذا البحر لسان مائى ، هو خليج سرت القديم ، وتوغل جنوباً حتى وصل إلى دائرة العرض ٢٢° شمالاً . وبذلك انقسمت أراضى ليبيا (بواسطة هذا اللسان البحرى الذى ترواح عرضه بين ٣٠٠ ـ ٣٥٠ كيلو مترا) إلى قسمين : الصحراء الليبية فى الشرق ، وإقليم فزان فى الغرب . وكان لتداخل البحر بهذا الشكل آثاره الواضحة فى ظروف التكاثف . ويبدو أن منطقة فزان كان يسودها ، كالصحراء الليبية ، مناخ مدارى غزير المطر نوعاً .

ويحف بإقليم فزان إطار جبلى نشأ فى أغلب الظن أثناء فترة الالتواءات الهرسينية ، معاصراً للنطاق الجبلى الذى يحف بالصحراء الليبية . وتتمثل بقاياه الآن في هضبة مانجيني Mangeni (٩٠٠ ـ ٩٥٠ مترا) ومرتفعات توم Tummo وجبال تاسيلى (٢٣٠٠ متراً) . وقد كان هذا الإطار الجبلى أكثر ارتفاعاً واتصالاً فى غابر الزمن ، ويكتنف إقليم فزان من الجنوب (تومّو ومانجينى) ، ومن الغرب (تاسيلى) ، وكان بمثابة نطاق لتكثيف رطوبة الجو ، ومنه كانت تنبع المجارى المائية ، وتنحدر نحو خليج سرت القديم .

وتشير طبوغرافية إقليم فزان إلى وجود منطقتين للتصريف المائى أثناء النصف الأول من الزمن الثالث : الأول ، كانت منابعها تقع فى الجنوب ، أى في أعالى مرتفعات تومّو ومانجيني ، وتنحدر مجاريها المائية نحو الشمال إلى أدهان مرزق Murzuk ، والثانية كانت تصدر من نطاق تقسيم المياه فوق أعالى مرتفعات تاسيلي ، وتأخذ مجاريها اتجاهاً عاماً نحو الشرق إلى أدهان أوبارى Ubari . ولقد كان حوضا مرزق وأوبارى يمثلان مساحتى تجميع المياه الرئيسيتين فى إقليم فزان أثناء النصف الأول من الزمن الثالث . وكانت المجارى المائية تنبع أساساً من مرتفعات الإطار الجبلى المشار إليه ، وتهبط منه متدفقة على

امتداد سطح تعرية قديم ، ومنحدرة فى اتجاه عام يتمشى مع ميل الطبقات نحو الشمال الشرقى والشرق إلى خليج سرت القديم (شكل ١) .

وقد كانت تلك المجارى الرئيسية مسالك مائية تابعة ، تنحدر أوديتها فى اتجاه الميل الطبقى والانحدار العام للسطح . وبمرور الزمن نشأت أودية تالية ، نحرت مجاريها فى الصخور اللينة التى تمثّلت فى المخارج الصخرية التى انكشفت مع توالى تقدم عمليات التعرية التى مارستها المجارى التابعة . فوادى تانزروفت Tanezrufi ، ووادى إساعيين Isaien ووادى تاييته Taieta كلها أودية تالية . فقد حفرت المياه تلك الأودية خلال صخور صلصالية لينة سهلة النحر ، انكشفت بعد اكتساح الطبقات الرسوبية الأصلب التى كانت تغطيها .

ولقد سبق لدزيو (١٩٣٧) أن وصف بقايا لتلك الأودية التالية القديمة التى يبدو أنها احتفظت ببعض معالمها سليمة بالقرب من أعالى سلاسل مرتفعات أكاكوس ـ تادرارت Akakus-Tadrart ، ومساك ميليت Mesak Mellet . وتوجد تلك البقايا على ارتفاع بضع مئات من الأمتار فوق منسوب قيعان الأودية الحالية . وتأخذ هذه المخلفات المعلقة لتلك الأودية التالية القديمة اتجاه السطح التحاتى القديم ، وهى تمتد متعامدة بوجه عام على امتداد المجارى الرئيسية (التابعة) . وقد عملت هذه الأودية التالية على تمزيق الإطار الجبلى الغربى ، والفصل بين جبال تاسيلى ومرتفعات أكاكوس ـ تادرارت وسلاسل مساك ميليت. وقد كانت كل هذه الجبال تكون فى الأصل كتلة واحدة تميل طبقاتها الصخرية فى اتجاه عام صوب الشرق .

ويجدر بنا قبل أن نتابع التطور الجيومورفولوجى لإقليم فزان فى القسم الثانى من الزمن الثالث أن نعرض لكيفية نشوء الحوضين العظيمين : **حوض أوبارى وحوض مرزق** . وفى نشأة مثل هذه الأحواض الصحراوية العظيمة تذهب الآراء كل مذهب ... فمن قائل إنها قد حفرت عن طريق عملية الاكتساح (النقل) بواسطة الرياح وحدها ، ومن قائل بأنها قد نشأت نتيجة لعملية النحت الهوائى ، بينما يدعى البعض بأن عمليتى الاكتساح والنحت الهوائيتين قد تعاونتا فى حفرها .

فـزّان
جودة ١٩٧٥

حافة
وادى
أدهان وكثبان رملية
هضاب صخرية - حطام صخري
أراضي حصوية - سرير
صحراء صخرية - حمادة

أدهان أوبارى
سبهاء
وادى الشاطئ
وادى الحيا
حمادة مرزق
وادى عتبة
الحفرة مرزق
أدهان مرزق

(شكل ١) مورفولوچية إقليم فزان

ولقد يكون لفعل الماء أثره ـ كما أسلفنا ـ فى حفر المنخفضين . فنحن نرجح أن وادى الآجال الذى يجرى فى النطاق الفاصل بين حوضى أوبارى ومرزق ، ووادى الشاطىء الذى يمتد مع الهامش الشمالى لحوض أوبارى ، يمثلان مسلكين لمجريين مائيين قديمين كانا ينبعان بروافد عديدة من الغرب ، وقد تغيرت معالمهما عن طريق التعرية الهوائية ، وانطمست أجزاء كثيرة من المجارى والروافد أسفل غطاء من الرمال . كما وأن الحافة التى تفصل بين الحوضين ، وتسمى بحمادة مرزق ، تتميز بانبساط أعاليها ، فهى لا تتصف ببناء التضاريس التكتونية ، بل تشبه كل الشبه حافة متخلفة انعزلت وانفردت نتيجة لتحطيم هضبة قديمة بواسطة عوامل التعرية .

ومع هذا فنحن نستبعد الحفر الكامل للحوضين عن طريق التعرية المائية وحدها . فالحوضان شاسعا المساحة ، إذ تقدر مساحة حوض أوبارى بنحو ١٩٢٠٠٠ كيلو مترا مربعا ، ومساحة حوض مرزق بحوالى ١٧٨٠٠٠ كم٢ . يضاف إلى ذلك عدم وجود مظاهر لصخور لينة سهلة التعرية فى مواقع الحوضين . فلا بد والحالة هذه أن تكون هناك عوامل أخرى مهدت لفعل التعرية ، ونقصد بها عمليات تحطيم تكتونية .

وعلى الرغم من عدم توفر معلومات كافية عن تكتونية الحوضين ، إلا أن البحاث القلة الذين درسوا أجزاء منهما ، يؤكدون أنهما ليسا غورين انكساريين ولكنهما أساساً عبارة عن ثنيتين مقعرتين فسيحتين يتفق محوراهما بوجه عام مع محورى الحوضين . ويتضح ذلك من القطاعات الچيولوچية التى رسمها كليتش Klitsch (١٩٦٧ ، ١٩٧٠) فالميول الطبقية تتلاقى فى وسط كلا الحوضين.

ويشير الكتاب إلى وجود عيوب ظاهرة على امتداد هوامش الحوضين ، ولكنهم يجمعون على أن نشأتهما الأولى لم تترتّب على هذه العيوب . وقد سبق أن ذكرنا أن الحافة الطويلة التى تفصل بين الحوضين تتميز بتسطح وانبساط أعاليها ، فهى لا تتصف بمظهر وبناء التضاريس التكتونية ، ونرجح أنها حافة متخلفة عن تعرية هضبة قديمة بالمنطقة .

من هذا العرض السابق يمكننا القول بأن نشأة الحوضين ترجع أساساً

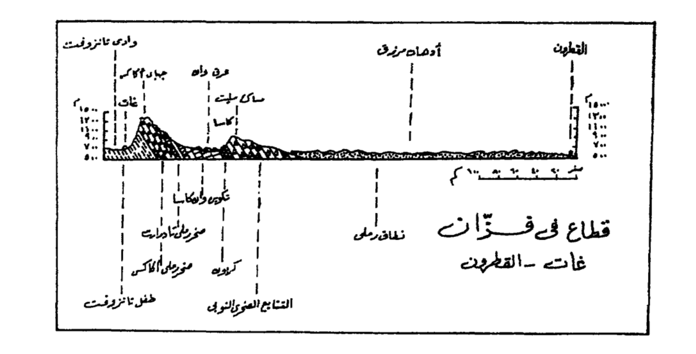
لعمليات تحطيم تكتونية ، بالالتواء والإنكسار ، وتلتها عمليات تشكيل وتعديل بواسطة قوى التعرية ... بالماء الجارى ثم بالهواء المتحرك .

ونعود إلى متابعة التطور الچيومورفولوچى لإقليم فزان أثناء الزمن الثالث . وقد سبق أن عرضنا لنشوء نظم تصريف مائى من النوع المشبّك فيه كانت تجرى الأودية التابعة نابعة من الإطار الجبلى فى الجنوب والغرب ، لتصب فى النهاية فى خليج سرت القديم ، وكانت تلتقى بها أودية تالية اتخذت مساراتها امتداد مخارج الطبقات الصخرية الألين والأقل مقاومة للتعرية . وقد ظل هذا الوضع قائماً حتى نهاية الباليوچين ، حين ظهر حدث جديد فى الرقعة المحصورة بين شرق فزان والصحراء الليبية ، كانت له أهمية كبيرة من الوجهة الچيومورفولوچية.

ويتمثل هذا الحدث فى رفع منطقة الهروج Haruj . فقد كان لرفع الهروج فى عصر الأوليجوسين (دزيو ١٩٣٥ ، ١٩٣٩ ـ وبيرد Baird ، ١٩٧٢) ، وبروزه عالياً فوق منسوب البحر أثره العميق فى إحداث ثورة فى نظام التصريف المائى فى إقليم فزان ، وفى نشوء نظام جديد فى منطقة الهروج نفسها . ويحدد هذا الحدث ختام التطور الچيومورفولوچى لإقليم فزان فى النصف الأول من الزمن الثالث وبدايته فى نصفه الثانى (النيوچين) .

وقد تمثّل التأثير المورفولوچى الرئيسى لرفع الهروج فى انسداد مخارج حوضى مرزق وأوبارى إلى البحر ، وبالتالى تسبب ظهوره فى إعاقة بل وقلب نظم التصريف المائى فى الحوضين . وبإغلاق الحوضين أصبح تصريفهما المائى داخلياً ، وفيهما كانت المجارى المائية النابعة من الإطار الجبلى تضطر إلى التوقف، وتنتهى إلى المساحات المنخفضة من قاع الحوضين ، خصوصاً منها الأجزاء الشرقية ، ومن ثم نشأت بحيرات عظيمة الرقعة . وفى تلك البحيرات كانت المجارى المائية تلقى بحمولتها من رواسب الحصى والرمال التى جلبتها من المرتفعات المحيطة .

ويبدو أن التطور الچيومورفولوچى لإقليم فزان لم يتعرض لتعديلات جوهرية منذ رفع الهروج فى عصر الأوليجوسين . ففى أثناء النصف الثانى من الزمن الثالث كان حوضا مرزق وأوبارى ما يزالان يحويان بحيرات ضحلة مبعثرة هنا



(شكل ٢) قطاع فى فزان

وهناك ، خاصة فى الأجزاء الشرقية منهما . وأخذت تلك البحيرات تمتلىء بالرواسب النهرية شيئاً فشيئاً . وكانت المجارى المائية الضعيفة تجرى بالمياه مترنحة هنا وهناك فى مسالك رديئة التحديد .

وقد أرسبت رواسب كيماوية فى المساحات البحيرية الآخذة فى الانكماش، وحينما جفت البحيرات ظهرت هذه الرواسب مكونة لرقاع كلسية فسيحة فى أجزاء مختلفة من الحوضين ، وهو الكلس المعروف « بحجر مرزق الجيرى » . يضاف إلى ذلك إرساب تكوينات جيرية عضوية (كوكوينا) تحوى حفريات الكارديوم والجاستروبود فوق المدرجات النهرية التى تعلو قيعان الأودية الحالية ببضعة أمتار . ولم يتأكد بعد ما إذا كانت تلك الرسوبيات متعاصرة أم أنها تنتمى لفترات متباينة ، كما ولم يُعرف بعد على وجه الدقة ما إذا كانت تنتمى لأواخر الزمن الثالث (عصر البليوسين) ، أم أنها ترجع للزمن الرابع .

وقد استمرت عمليات الإرساب النهرى دائبة فترة طويلة إلى أن حلّ الجفاف التدريجى ، وتسبب فى تلاشى جريان المياه فى الأودية . وأصبحت الرواسب الرملية والطينية تحت رحمة الرياح التى تناولتها بفعلها المكتسح ، فأذرت منها المكونات الدقيقة ونشرتها ، ثم أنشأت بها بالتدريج بحار رمال كل من حوضى مرزق وأوبارى . فرمال العرقين هى فى الأغلب الأعم من أصل إرساب نهرى ، وهى قد عانت من عمليات تعرية متكررة . أما التكوين النهائى للكثبان الرملية ، فيمكن تأريخه بالزمن الرابع . ولقد تشكلت الكثبان واتخذت أوضاعاً معينة تبعاً لاتجاه الرياح السائدة أثناء العصر الحديث .

وهناك أدلة وفيرة لتغيرات مناخية حدثت أثناء الزمن الرابع فى إقليم فزان . ويمكن استقاء هذه الأدلة من مصادر استراتيجرافية وجيومورفولوجية وأركيولوجية. وسنحاول هنا أن نلقى نظرة على المعلومات التى وردت فى هذا الشأن دون الدخول فى التفصيلات . فبحسب الدراسات العامة التى قام بها كنيتش Knetsch (١٩٥٠) فى إقليم فزان ، ينبغى أن يكون الإقليم قد عانى من تتابع مناخى بين الرطوبة والجفاف . فقد عثر على آثار لخمس فترات مطيرة على

الأقل، فصلت بينها فترات جفاف . وبدأ هذا التتابع منذ نهاية البليوسين ، وانتهى بالعصر الحديث . ويذكر كنيتش أن الفترة المطيرة الأخيرة تعاصر الحاضرة الكابسية ، أما الفترة ما قبل الأخيرة فتعاصر الحاضرة الأشولية .

وقد وصف زيجرت H. Ziegert (١٩٦٦) تتابعاً مماثلاً لفترات مطيرة وأخرى جافة ، وذلك فى دراسته لجبل غنيمة الواقع إلى الشرق من حوض مرزق. وما تزال التكوينات التى سبقت الإشارة إليها فى فزان وهى الرواسب البحرية (حجر جير مرزق الواسع الانتشار والموجود على مناسيب تتراوح بين ٤٣٠ ـ ٥١٠ متر) ، وتكوينات الجير العضوى (كوكوينا الكارديوم والجاستروبود) فوق مصاطب الأودية ، تحتاج إلى دراسة وتأريخ دقيق . ولا شك أنها أو معظمها تنتمى للزمن الرابع ، كما وأن وصفها العام يدل على وجود أجيال تنتمى لفترات مناخية متغيرة أثناء البليوستوسين . وتنتشر القشور الجيرية ، والصخور الجيرية من النوع البحيرى فى أجزاء كثيرة من فزان ، وهى كلها ، خصوصاً منها ما يحوى حفرية الكارديوم ، يدل على سيادة ظروف مناخية رطبة أثناء فترات من الزمن الرابع . وهناك آثار مثالية لتعرية مائية بليوستوسينية فى خوانق مرتفعات أرشينا Archena وعوينات Awenat وتبستى ....

وفى منطقة تجرهى بفزان أمْكَنَ لبلير Bellair (١٩٥٣) دراسة تكوين بحيرى يتألف من تتابع لطبقات قارية تحتوى على حفريات بليوستوسينية . ويتألف التتابع من ثلاث مستويات من الصلصال الرملى الجبسى المالح ، والصخر الجيرى المارلى الرملى ، تعلوه طبقة جيرية رملية مالحة . ويفصل هذه الطبقات عن بعضها مستويان من الرمال الهوائية . واتضح من دراسة الحفريات أنها لحيوانات ونباتات عاشت فى بيئة قارية فى مياه هادئة ضحلة وعذبة أو غدقة ، ويبلغ سمك الرواسب جميعاً أكثر من ١٥ مترا . وقد فسر بلير هذا التتابع مناخياً على الوجه الآتى :

التتابع الطبقى	التقييم المناخى	
مخلفات العصر الحجرى الحديث صلصال الضبعة	فترة تحسن المناخ (دور رطب) مرحلة مطيرة ثانية (أو فترة مطيرة خامسة)	الفترة المطيرة الرابعة
؟ ؟ ؟	مرحلة جافة	
تعرية الصخر الجيرى (كاليش) مخلفات موستيرية ولاڤيلوازية	مرحلة مطيرة أولى	
عرق أوبارى القديم (مخلفات الحضارة الأشولية) .	الفترة الجافة الثالثة	
إرساب الصخر الجيرى الرملى (كاليش)	الفترة المطيرة الثالثة	
عرق تجرهى الأبيض قشرة زويلا الحمراء	الفترة الجافة الثانية	
صلصال يحوى حفريات	الفترة المطيرة الثانية	
رمال أسفل قشرة جيرية	الفترة الجافة الأولى	
؟ ؟ ؟	الفترة المطيرة الأولى	

من هذا نرى أن إقليم فزان يحوى ، كالصحراء الليبية ، كثيراً من الشواهد التى تشير ، بل تؤكد ، حدوث تعاقب بين فترات رطوبة وجفاف أثناء الزمن الرابع . وعلى الرغم من أن ظروف حياة من نمط السڤانا كانت موجودة فى فزان وجنوب الصحراء الليبية ، فإنه لا ينبغى بالضرورة أن نتصور أن التساقط كان من الوفرة بحيث كان يكفى لنشوء أنهار كبيرة أو بحيرات ضخمة . والواقع أنه كان يكفى أن يرتفع مستوى الماء الأرضى ، الذى لا يتعرض للتبخُّر ، إلى درجة متواضعة نسبياً ، لكى تمتلىء المنخفضات بالمياه ، كما وتبقى النباتات ذات

الجذور الطويلة حيّة عن طريق الارتواء من ماء التربة السفلى ، ويتمّ هذا فى السڤانا فى وقتنا الحاضر حتى مع عدم تكرر سقوط الأمطار .

ويمكننا ، بناء على ما سلف عرضه من المعلومات والشواهد ، أن نقرر أن مناخ إقليم فزان قد عانى خلال الزمن الرابع ، من ذبذبات متكررة ، تنوعت بين نوع مناخ السڤانا ونوع مناخ الاستبس .

المراجـــع

Almâsy, L. E. (1936) : Récente Explorations dans le Desert Libyque, in : Publ. de la Soc. Roy. de Géog d'Egypte, Cairo .

Baird, D. W. (1972) : A brief geological History of the Sirte Basin .... Oil Ind. Sim., Fac. of Econ. and Comm., Univ. of Benghazi .

Bellair, P. (1953) : Le Quaternaire de Tejerhi. Inst. H. E. Tunis, I, Mission au Fezzan (1949), Tunis.

Capot-Rey, R. (1947) : L'Edeyen de Mourzouk, in : Trav. Inst. Rech. Sah., 4, Algier .

Conant, L, L. & Goudarzi, G. (1967) : Stratigraphic and tectonic Frame-work of Libya, in : The American Assoc. of Petr. Geol. Bull., V. 51, No. 5 .

Conant, L. & Goudarzi, G. (1964) : Geologic Map of Libya .

Desio, A. (1937) : Geologia e Morphologia, in : II Sahara Italiano, Vol. I : Fezzan e Oasi di Gat, Roma .

Desio, A. (1971) : Outlines and Problems in the Geomorphological Evolution of Libya ... Semposium on the Geology of

Libya, Fac. of Scie Univ. of Libya. Tripoli .

Diolé, PH. (1956) : Dans le Fezzan inconnue. Paris .

Furst, M. (1964) : Die Oberkreide - und Paleozan - Transgression im ostlichen Fezzan. Geol. Rundsh. 54. Stuttgart .

Furst, M. (1965) : Hamada - Serir - Erg. Sonderdruck aus Zeitsch. f. Geomorph., Bd., 9., Heft 4 .

Hecht, Fr., Furts, M. & Klitsch, E. (1963) : Zur Geologie von Libyen Sonderdr. aus der Geol. rdsch. Bd. 53, Stuttgart .

Kanter, H. (1962) : Der Fezzan als Beispiel innersaharischer Becken. Sitz. Ber. Europ. Geographen. Wurzburg .

Kanter, H. (1963) : Dreissig Jahre Forschungsreisen in Libyen, in : Deutsche Hochschullehrer Zeitung. Tubingen .

Klitsch, E. (1967) : Bericht uber eine Ost-West-Querung der Zentralsahara, in : Zeitschr. f. Geomorphologie, N. F. 11, Berlin .

Klitsch, E. (1970) : Die Strukturgeschichte der Zentralsahara, Neue Erkenntnisse zum Bau und zur Palaogeographie eines Tafellandes, in : Geol. Rdsch., Bd. 59, 2. Stuttgart.

Knetsch, G. (1950) : Beobachtungen an der Lybischen Wuste. Geol. Rundsch. 38 .

Lelubre, M. (1952) : Aperçu sur la géologie du Fezzan. Bull. Carte Géol. Algérie, Vol. III, Alger .

Meckelein, W. (1963) : Der Fezzan heute, in; Herman Lautensach Festschrift, Stuttgarter Geogr. Studien, Bd. 69. Stuttgart.

Meckelein, W. (1959) : Forschungen in der zentralen Sahara, I . Klimageomorphologie. Braunschweig .

Richter, N. (1958) : Auf dem Wege zur schwarzen Oase. Leibzig .

Schiffers, H. (1962) : Libyen und die Sahara. Bonn .

Weis, H. und Kanter, H. (1970) : IV. Der Osten der Sahara, A. Der Libysche Raum, Sonderdruck aus : die Sahara und ihre Randgebiete. Munschen .

Williams, M. A. J., and Hall, D. N. (1965) : Recent exploration to Lybia from the Royal Millitary Academy Sandhurst, Geogr. journal, V. 131 .

Ziegert, H. (1966) : Climatic changes and Paleolithic industries in Fezzan, Libya, in : Petr. Expl. Soc. of Libya. 8th Ann . Field Conf .

Ziegert, H. (1967) : Dor el Gussa und Gebel Ben Ghnema. Zur nachpluvialen Besiedlungsgeschichte des Ostfezzan . Wiesbaden .

Zohrer, L. (1958) : Prehistoric and historical cultural monuments in the Fezzan. Sonderdruck aus : Antiquity and Survival, Vol. II., No. IV. The Hague .



شكل (٣) بعض القارات التى تنتشر بالقرب من جوانب حوض مرزق الجنوبية



شكل (٤) الكثبان والأسطح الرملية التى تغطى معظم أراضى حوض مرزق



البحث الثامن

إقليم واحة مرادة بليبيا

إقليم واحة مرادة

تمهيد :

يضم هذا البحث نتائج دراسه حقلية چيومورفولوچية لمنخفض واحة مرادة بليبيا ، قمت بها فى شهر ديسمبر من عام ١٩٧١ [(١)] ، وكنت حينئذ مشرفاً على الجانب الطبيعى من الدراسة الجغرافية الشاملة للمنخفض التى قام بها طلبة الليسانس بقسم الجغرافيا ــ كلية الآداب ببنغازى . وقد أتيحت لنا الدراسة بكل إمكانياتها المادية ووجدنا كل العون من أهالى الواحة ، خصوصاً من الأخ صميدة عبد الكريم الذى كانت لمرافقته لنا أثرها الطيب فى تمكننا من سهولة التجول فى أنحاء المنخفض .

وإقليم منخفض مرادة يعتبر « مادة خام » للدراسة الچيومورفولوچية ، مثله فى ذلك مثل كل الأراضى الليبية على وجه التقريب . وما سبق أن كتب عن المنخفض ينحصر فى استكشاف ثروته من الأملاح خصوصاً أملاح البوتاسيوم . وقد اكتشفها أرديتو ديزيو Ardito Disio لأول مرة فى عام ١٩٣١ . وفى السنين التالية أجرى الإيطاليون أبحاثاً مستفيضة عن الأملاح الموجودة بالسبخة ، وسجلوا نتائجها فى تقرير نقله ديزيو إلى كتابه « استكشافات معدنية فى ليبيا » وأفرد له فصلاً خاصاً بعنوان « سبخة مرادة » وقد استغل الإيطاليون أملاح البوتاس فى عامى ١٩٣٩ ، ١٩٤٠ ، ثم توقف الإنتاج لظروف الحرب العالمية الثانية . وقد درست إمكانيات إنتاج الأملاح من السبخة مرة أخرى فى عام ١٩٦٣ ، وتبين أن استغلالها مربح .

الموقع :

يقع منخفض مرادة بين خطى طول ٥٧َ ١٨ْ ــ ٣٩َ ١٩ْ شرقاً ، وبين

---

(١) أرسلت نتائج هذه الدراسة للنشر فى مجلة كلية الآداب جامعة عين شمس فى فبراير سنة ١٩٧٢ وهى هنا أكثر تفصيلا وإيضاحا .

دائرتى العرض ٠٦ َ ٢٩ ْ ـ ٢٠ َ ٢٩ ْ شمالاً تقريباً ، وإلى الجنوب من بلدة العقيلة الواقعة على خليج سرت بنحو ١٢٥ كم . والطريق المباشر القديم الذى يصل بلدة العقيلة بمنخفض مرادة قد أصبح الآن فى حالة سيئة ، وهو الطريق الذى عبده الإيطاليون قديماً لنقل أملاح البوتاس بسيارات النقل لتصديرها من مرفأ رأس العلى الواقعة غربى العقيلة بنحو ٤٣ كم . وقد رصفت شركة إسو للبترول طريقاً آخر يبدأ من البريقة على الساحل إلى حقل زلتن ، ومن هذا الطريق يتفرع طريق آخر إلى حقل بترول الراقوبة والأخير يمر بالقرب من مرادة ، وهو الطريق الأسهل للوصول إلى الواحة .

الشكل والأبعاد :

شكل المنخفض شبيه بالشكل الهندسى المعروف بشبه المنحرف . ويمتد ضلعه الجنوبى الأطول فى اتجاه شرقى غربى على طول مسافة مقدارها نحو ٦٠ كم . ويجرى ضلعه الشمالى الأقصر فى نفس الاتجاه تقريباً على امتداد مسافة تبلغ زهاء ٣٥ كم ، بينما يبلغ أقصى اتساع له ٢٥ كم . وتبلغ جملة مساحة المنخفض حتى المنحدرات الظاهرة التى تحف به نحو ١٢٠٠ كم مربع ، ومساحة السبخة حوالى ٥٠٠ كم مربع ، بينما تبلغ مساحة المسطح الملحى ١٥٠ كم مربع . ويبلغ متوسط ارتفاع قاع المنخفض ١٥ مترا ، وأدنى نقطة قيست فى السبخة تقع فى جزئها الشرقى ويصل ارتفاعها إلى ١٣ مترا ، وأعلى نقطة فوق أرض السبخة تصل إلى حوالى ٥٥ مترا (شكل ١) .

الحدود الطبيعية :

يتحدد المنخفض من جوانبه الثلاثة الشمالية والشرقية والغربية بواسطة حافات صخرية تعرف محلياً باسم « الجبل » ، وهى عالية تشمخ فى بعض المواضع إلى ارتفاعات تصل إلى ١٢٠ متراً . وتبدو الحافة الشمالية من بعيد فى جملتها متصلة مستمرة إلى حد كبير ، لكننا كلما اقتربنا منها تظهر مقطعة الأوصال ، إذ تتداخل فيها أرض السبخة ، وتبرز منها ألسنة صخرية ظاهرة هنا

منخفض واحة مرادة

١٥ كيلومتر ١٠ ٥

البحر المتوسط
بنغازي
خليج سرت
اجدابيا
البريقة
العقيلة
مرادة
موقع واحة مرادة

كويستا
حافة صخرية
قارة (ميزا)
مسطح رملي
كثيب رملي
أرض صخرية محطمة
وادي جاف
وادي جاف خانقي
مسطح السبخة
نخيل
أعشاب
شجيرات قزمية
مناطق سكنية
الطريق القديم الى العقيلة

اختلاف كثافة الهشور يدل على المدى النسبي للارتفاع والانحدار.

الغزالة
الاسيلا
قور الأناش
الزلالا
الطرفيات
الشاورد
ملقا الحريوط
قور الطرفيات
عين العبد
المسلة
سبخة الحيرة
الرجيلي
ملقا الحقر
النفيف
عين الغمر
عين جورس
مرادة
الدكر
ملقا غويزل
عين العويجيلة
زعوط بوخريص
بئر غوف
جبل فوخ
زعوط الرحى
الدويبا
اللوبان

شكل (١)

وهناك مقتحمة مسطح السبخة خارج هذا الامتداد العام . ويفصل هذه الألسنة الصخرية عن بعضها أودية تشبه الخوانق متفاوتة العمق والاتساع . وهذه وتلك هى الظاهرات الطبيعية المسؤولة عن تقطع المظهر العام للحافة الشمالية الذى يبدو متجانساً من بعيد .

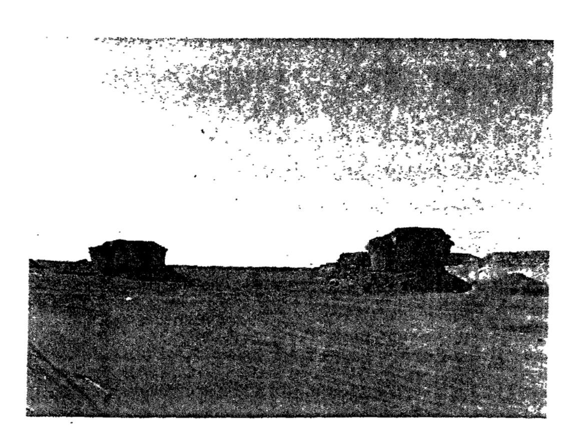
والجانب الغربى من المنخفض هو أكثر الجوانب الثلاثة تقطعاً وتسنناً . ويتميز الجانب الشرقى عن الغربى بأنه أكثر منه استقامة ، ويتصف بارتفاع متجانس ثابت إلى حد كبير ، ومنسوبه العام يطاول منسوب أكثر أجزاء الحافات الأخرى ارتفاعاً . أما الجانب الجنوبى من منخفض مرادة فهو أقل الجوانب كلها تحديداً ، وتميزه سلاسل من الكثبان والتموجات الرملية والتلال المتخلفة (شكل ١) .

الوضع الچيولوچى :

لقد تم حفر منخفض مرادة فى هضبة تسودها الصخور الجيرية التى تنتمى فى معظمها لعصر المايوسين . وتمتد الطبقات الصخرية فى وضع يكاد يكون أفقياً، فهى تميل ميلاً هيناً طفيفاً صوب شمال الشمال الشرقى . ويمكن تلخيص التتابع الطبقى الكامل للحافات الرئيسية على النحو الآتى :ـ

- طبقة كلسية بنية اللون متصلبة رقيقة نوعاً ترتكز على طبقة من الصخر الجيرى اللين الغنى بحفرياته . ويبلغ سمك هذه الطبقة زهاء ٤٠ متراً .
- تتابع طبقى من الشيل الأخضر والجبس والجير المندمج الغنى بالحفريات (السمك ٢٥ مترا) .
- صخور رملية ورمال كوارتيزية ، لونها أحمر وأصفر داكن ، تستبين فيها الطبقية المتقاطعة (السمك الظاهر نحو ٢ متر) .

وينتمى التتابع الطبقى السالف الذكر للمايوسين الأسفل والأوسط . ويتمثل الأوليجوسين فى الجزء الغربى من قاع المنخفض ظاهراً فى تكوينات من الشيل الرملى والجبس ، وتكوينات جيرية صلصالية تحتوى على حفريات .



شكل (٢) : قور الخفيف الثلاثة . لاحظ تجانس الارتفاع واستواء السطح وشكل المنحدر . وحول القارة ترشح المياه من أرض السبخة وتزهر الأملاح.

ويختلف عن ذلك التتابع الطبقى فى القُور التى تزركش قاع المنخفض ذاته . وفيما يلى وصف لهذا التتابع فى قور الخفيف الثلاثة (شكل ٢) :ـ

طبقة من الجبس يميل إلى اللون البنى (٥ متر) .

طبقة من الجبس النقى الحبيبى المتبلور الناصع البياض (٤ متر) .

طبقة من الجبس النقى الحبيبى المتبلور الناصع البياض (٤ متر) .

طبقة من الشيل الأصفر الضارب إلى اللون البنى (٦ متر) .

طبقة من الصخر الرملى الشيلى (٤ متر) .

طبقة من الصخر الرملى يظهر منها فوق سطح السبخة نحو (٢ متر).

حالة المناخ :

ليست هناك أرصاد بالواحة يمكن بواسطتها التعرف على ظروف المناخ . وما نذكره عنه فى السطور التالية ، ينبنى على ظروف الموقع الجغرافى فى نطاق صحراوى شبه مدارى ، وعلى معلومات مستقاة من العاملين بشركات البترول ، بالإضافة إلى أهالى الواحة . وهو على أى حال صحراوى متطرف والمدى الحرارى كبير . وبحسب ما يذكر أهالى الواحة يشاهد الصقيع فى صبيحات أيام الشتاء ، كما تغطى أسطح المياه الراكدة فى القنوات طبقة رقيقة متقطعة من المياه المتجمدة فى ليالى الشتاء الباردة وفى الصباح المبكر . وهذا إن دل على شىء فإنما يدل على تكرر انخفاض الحرارة إلى درجة التجمد فى ليالى الشتاء بينما تشتد الحرارة فى النهار ، ويعظم القيظ فى أيام الصيف .

والرياح شمالية فى الصيف ، وشمالية غربية وغربية فى الشتاء . وفى الربيع وأوائل الصيف وأيضاً فى الخريف تثور عواصف القبلى التى تثير الرمال وتحمل الأتربة ويغبّر الجو بسببها وتنعدم الرؤية أو تقصر لبضعة أمتار . والمطر نادر وقد يسقط فى هيئة رذاذ كل بضع سنوات مرة ، والرطوبة النسبية لا شك قليلة لكنها تزداد فى الجو السفلى الذى يغلّف أرض السبخة . ويشاهد الندى فى الصباح حتى لتتجمع قطراته مع مياه الرشح مكونة لمسيلات ضيقة على المنحدرات السفلى للتلال المتخلفة فوق أرض السبخة وحواليها . والسماء صافية والشمس مشرقة على مدار السنة .

العوامل الحالية المُشكلة للمظهر الچيومورفولوچى :

وهذه تنحصر الآن فى فعل التجوية الميكانيكية التى تتمثل فى التفاوت الكبير بين درجات الحرارة اليومية والفصلية ، ثم فى تأثير الرياح كعامل نحت واكتساح وإرساب ، وأخيراً فى فعل التجوية الكيميائية نظراً لأن جو المنخفض كما رأينا لا يخلو من الرطوبة .

الدراسة الچيومورفولوچية

جوانب المنخفض

حينمـا نقف فوق قارة مـرادة التى تبـرز فوق أرض الواحـة إلى علو يناهز ٥٥متراً فوق منسوب البحر وندور ببصرنا فى مختلف الجهات ، نشاهد حدوداً واضحـة من على البعـد للمنخفض فى جهـات ثلاث : الشمـالية والشرقـية ، والغربية. وتبدو هذه الحدود من بعيد بشكل حافات قائمة لهضبة فسيحة تمتد وراءها ، أو تظهر فى هيئة واجهات لثلاث كويستات هائلة تنحدر ظهورها جهة الشمـال والشرق والغرب على التوالى . ولكننا حينمـا نقترب منها شيئاً فشيئاً نلاحظ تغيراً واضحاً .

الجانب الشمالى :

تبدأ تفاصيل الحافة الشمالية فى الوضوح التدريجى حينما نقف على قارة من قور الخفيف . فالشكل المستقيم للحافة الذى يرى من بعيد يضطرب إذ تغزوه السبخة (قاع المنخفض) فى أماكن عديدة فى هيئة أقواس فسيحة ، والحافة بدورها تبرز فى السبخة عند طرفى كل قوس . ومع هذا فالمظهر المتصل للحافة ما يزال يتراءى للعين من بعيد .

وحين نعبر أرض السّبخة ، ونصل إلى قرب نهايتـها من جهة الشمـال نشاهد واجهـة الحافة على حقيقتها : فنراها ممزقة الأوصال مقطعة تقطيعاً شديداً... ألسنة صخرية محدودة الامتداد فى اتجاه عام شرقى غربى تتعاقب مع مصبات أودية عميقة شديدة انحدار الجوانب . وحين نصعد فوق قارة عالية مثل قارة البيضا ، وننظر صوب الشمـال نرى تيهاً من الأرض الممزقة الوعرة من نوع البادلاند Bad - Land .

وتعتبر القور (ميزات Mesas) هى المظهر الجيرمورفولوچى الشائع فى كل النطاق الشمالى الذى أسميناه بالأرض الوعرة ، ابتداء من نهاية السبخة فى اتجاه شمالى إلى قارتى الإثيلا والغزالة ، ومنهما شمالاً (خارج نطاق الخريطة) وعلى بعد ١٢ كم إلى الحافة الرئيسية للهضبة حيث تبرز الطبقة الجيرية العليا فى هيئة مظلة تدعى بالحجفا يستظل بها البدوى فى وقت الهجيرة .

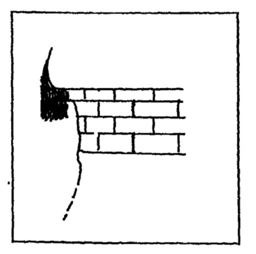
وهناك المئات من تلك القور التى قد تحتشد ويساند بعضها بعضاً ، وقد تتفرّق فتبدو منعزلة بارزة فى بيئة حوضية تحيط بها . ومنها الضخم الكبير الأبعاد ومنها الصغير الذى يطل برأسه على استحياء . وتتنوع أشكالها ، فمنها المستطيل الشكل ومثلها قارة حصّين الرجيلى (قريبة الشبه من « أبو الهول ») ، ومنها المستدير القمة أو الأسطوانى الشكل كالمزالة والبيضا والغزالة . وتتوج قمم القارات الضخمة العالية طبقة سميكة من الصخور الجيرية ، وإليها يعزى استمرار بقاء شموخ مثل هذه القور فى ظلال المناخ الجاف الحالى .

والحافة الشمالية المطلة على السبخة قد تقطعت هى الأخرى إلى سلسلة من القور المستطيلة الشكل ، تتتابع متجاورة أحياناً ، ومتباعدة أحياناً أخرى . وقد أمكن فى بعض المواضع تتبع عدد من الأودية الجافة التى نعتبرها المسؤولة بالدرجة الأولى عن تشكيل هذا المظهر الطبوغرافى العام . وهى تجرى فى اتجاه شمالى جنوبى (أودية عكسية ، عكس اتجاه الميل الطبقى) وتنتهى فى السبخة ، وترفدها أودية أخرى تالية تتخذ مجاريها اتجاه المضرب (شكل ١) .

وسطح أجزاء هذه الحافة المشرفة مباشرة على السبخة منبسط صخرى إلا فى بعض المواضع القليلة حيث نجد تجاويف ضحلة ملئت بمواد رملية جيرية ناعمة قليلة التماسك لا يزيد سمكها عن سنتيمترات قليلة ، هى أجزاء مصغرة مما ندعوه مورفولوچياً « بالبلاطة » .

وعند هوامش الحافة نشاهد أجزاء منها وقد انفصلت إلى كتل صخرية متفاوتة الضخامة ، انقطع الاتصال بينها وبين واجهة الحافة ، ما تزال تنتظر دورها فى الانسلاخ والتدحرج على المنحدر لتسقر عند حضيضه ، وتتعرض للبلى بفعل التقشر والتفتت الناجم عن تتابع الحرارة والبرودة .

ومن فوق الجزء العلوى للحافة الذى يتكون من طبقة جيرية مندمجة متأكسدة بارزة فى هيئة مظلة ، تتدلى على واجهة الحافة أشرطة رقيقة كلسية مغبّرة تتراوح أطوالها المعلقة بين ٣٠ ـ ٨٠ سم ، ويتراوح عرضها على امتداد الحافة بين ٢٠ ـ ٥٠ سم . وهى من الصلابة بحيث تقاوم الريح الشديدة التى ضايقتنا كثيراً فى يوم السبت ١١/١٢/٧١ . (شكل ٣) .

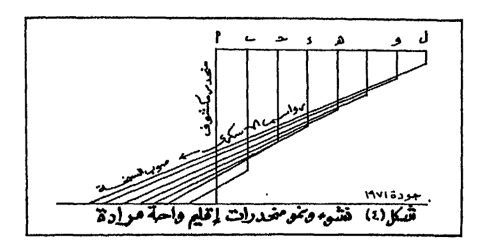


شكل (٣) : شريط كلسى يتدلى من أعلى المنحدر على واجهته .

والمنطقة كما أسلفنا يندر فيها سقوط المطر ولكنها لا تخلو من الرطوبة التى تتكاثف أثناء الليل حين تنخفض الحرارة على تلك الأسطح الجيرية الباردة وتتجمع القطرات التى تذيب بعضاً من الجير ، وتنحدر إلى وجه الحافة حيث يفاجئها الصباح بشمسه المشرقة الحارة ، فتتبخر المياه ، ويترسب الجير . وهكذا يتوالى حدوث هذه العملية يوماً بعد يوم ، وتنمو بذلك بلورات الجير نزلاً صوب أسفل المنحدر مكونة لتلك الأشرطة الجيرية التى تلفحها الرياح بما تحمله من أتربة فتخلع عليها اللون المغبّر. وسنرى لتأثيرات الندى ظواهر أخرى بعد قليل .

ونأتى الآن إلى دراسة **منحدرات الحافة** . تشرف الحافة الشمالية بجميع أجزائها الممزقة سواء منها ما يزال عالياً وما تآكل وانخفض ، بواجهات شديدة الانحدار على أرض السبخة المنبسطة من جهة وعلى جوانبها الشرقية والغربية مشرفة على قيعان أدانى الأودية الجافة من جهة أخرى . والانحدارات فى أجزائها العليا قائمة . ثم يستقيم المنحدر بزاوية مقدارها نحو ٤٥° نتيجة لتراكم الحطام الصخرى على مخارج الطبقات إلا إذا برزت طبقة صخرية صلدة ، وهو ما يحدث كثيراً فى المنطقة ، فتعطى لجزء المنحدر الذى يقع أسفلها شيئاً من التقوس . أم أسفل المنحدر الذى يميل إلى التقعر نتيجة لانتشار الرواسب الدقيقة فيبدأ بتغير

فجائى فى درجة الانحدار من حضيض المنحدر المستقيم الشديد الانحدار ، ثم يأخذ فى الانحدار التدريجى إلى سطح السبخة المستوى .



شكل (٤) نشوء ونمو منحدرات إقليم واحة مرادة

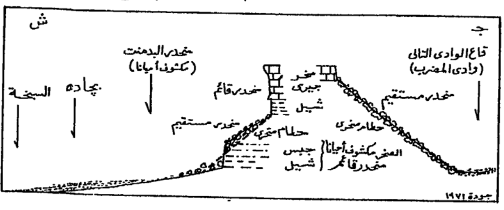
وفى الشكل (٤) محاولة لتوضيح أشكال المنحدرات التى رأيناها فى أجزاء الحافة الشمالية . وفى تصورنا قد بدأ نمو منحدر الحافة بهيئة قائمة تشبه الشكل (٤ ـ ١) الذى نشأ عن طريق التجوية . وفى اعتقادنا أن مظهره الأول الذى يوضحه الشكل (٤ ـ ١) قد تشكل فى بدايات العصر الچيولوچى الحديث ، بغض النظر عن ارتباط الحافة الشمالية والحافات كلها بالنشأة الأولى للمنخفض التى سنعرض لها فى نهاية هذا البحث . وقد لعبت التجوية الميكانيكية دورها الفعال فى تشكيله بالإضافة إلى فعل التجوية الكيميائية التى لا نستطيع أن ننكر دورها المساعد ، إذ أن الإقليم حتى مع ظروف المناخ الصحراوى الجاف الحالى الذى يسوده لا يخلو من الرطوبة التى تعبّر عن وجودها بالندى الذى سبقت الإشارة إليه وإلى تأثيره فى الصخر الجيرى .

وباستمرار تجوية واجهة الحافة المشرفة على السبخة كانت أجزاؤها العليا تتراجع ، بينما تنطمر الأجزاء السفلى بالحطام الصخرى الذى يحميها إلى حد كبير من فعل التجوية الميكانيكية ، وبطبيعة الحال لا تصلها التجوية الكيميائية نظراً لأن فعل الندى يقتصر على السطح .

وينمو الاسكرى صعداً بسرعة على جانب المنحدر فى الحالات التى يمثلها الشكل (٤ ـ ١ ، ب ، ج) نظراً لأن مساحة الجزء المكشوف من واجهة المنحدر والمعرض للتجوية أكبر من مساحة الجزء المطمور برواسب الاسكرى. ويصل النمو إلى درجة الاعتدال فى السرعة حين تتساوى بالتقريب مساحتا الجزءين المكشوف والمطمور من واجهة المنحدر وذلك ما يوضحه الشكل (٤ ـ د) ، وهو الشكل الذى تظهر به معظم منحدرات واجهات القور وأجزاء الحافة الشمالية المطلة على السبخة .

وفى الجوانب الشرقية والغربية من القور التى انقسمت اليها الحافة الشمالية تلك الجوانب التى تشرف على أدانى الأودية العميقة التى تتجه من الشمال إلى الجنوب صوب السبخة ، نجد نمو الاسكرى بطيئاً . (الشكل ٤ بين هـ ـ و) ويزداد البطء فى نموه بدرجة كبيرة فى الجانب الشمالى المظاهر للسبخة والمطل على الوادى التالى « وادى المضرب » ، حيث نشاهد المنحدر كله فيما عدا جزئه العلوى (نحو متر إلى مترين) وقد غطى بغطاء سميك من الحطام الصخرى الخشن .

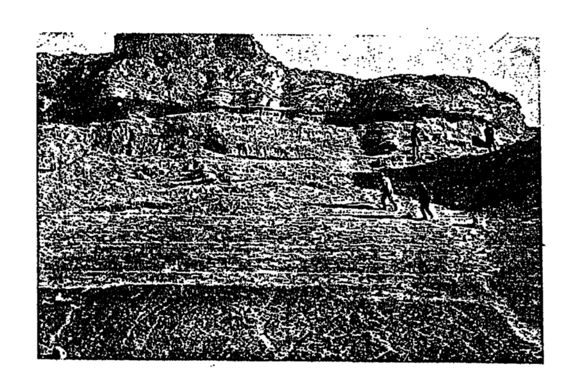
ويحسن بنا هنا أن نجرى مقارنة بين واجهة المنحدر المشرفة على السبخة (الواجهة الجنوبية) وبين الواجهة المطلة على الوادى التالى وهى الشمالية (شكل ٥) . فالواجهة الأولى تبدو قائمة فى قسمها العلوى (نحو ١٥ مترا) ، وهو قسم مكشوف ، وفيه تظهر مخارج لطبقتى الجير والشيل ثم يستقيم للمنحدر مرة أخرى إلى الانحدار الشديد حيث تبرز مخارج طبقتين من الشيل الجبسى (٤ متر) والشيل النقى (٣ متر) وهذا قسم مكشوف . ثم يرجع المنحدر مرة أخرى



شكل (٥) منحدرات هوامش منخفض مرادة

المنحدرات المشرفة على الأودية التالية إلى اليمين ، والمطلة على السبخة إلى اليسار

إلى الاستقامة ثم يتقعر فى جزئه السفلى حيث يحمل غطاء رقيقاً من المواد الصخرية الدقيقة الحبيبات ، ذلك الغطاء الذى يزداد سمكاً نحو سطح السبخة وحتى التقائه بها (بديمنت Pediment ، وبجادا Pajada ، وبلايا Playa أو سبخة) . وهنا نلحظ ظاهرة لها أهميتها فى إحداث التقعر . فإلى جانب فعل الرياح وسفيها للرمال الدقيقة الحبيبات نشاهد مجارى لجداول rills ما تزال الرطوبة تبللها حتى بعد شروق الشمس بنحو ساعتين . وهنا نكتشف أثراً فعالاً للندى الذى لا شك ، والحالة هذه ، يتجمع بشىء من الوفرة بحيث يكوّن تلك الجداول التى يبلغ عمقها بين ٥ ـ ١٠ سم وعرضها من أعلى بين ١٠ ـ ١٥ سم ويبدو قطاعها العرضى فى هيئة الرقم ٧ . والجداول بشكلها هذا لا شك .



شكل (٦) : جزء من الحافة الشمالية المشرفة على منخفض مراده . كويستات صغيرة تفصل بينها أودية خانقية . يشاهد التمايز فى عمليات التجوية فى طبقات صخرية متفاوتة الصلابة والمقاومة . واجهات الكويستات شديدة الانحدار . لاحظ منحدر البديمنت الهيّن الانحدار فى مقدمة الصورة.

قادرة مع الزمن على القيام بفعل تحاتى متحرك فوق منحدر هين الانحدار ، يساندها فعل الرياح ، ولهذا لا تبقى مكونات التيلاس متراكمة فى هيئة قبابية ، وإنما تنتشر وتتوزع فى اتجاه السبخة ، فيبدو المنحدر هيناً مقعراً . ومن السهل تتبع سطح البديمنت ابتداء من أسفل المنحدر المستقيم ، حيث يتكون من صخر الجبس المكشوف أو المطمور بغشاء رقيق من الرواسب الدقيقة ، ثم يزداد سمك الرواسب تدريجياً صوب السبخة وهو القسم الذى يدعى باچادا ، وأخيراً نصل إلى السبخة الحقّة .

ولا يقتصر فعل جداول « الندى » هذه على القسم السفلى من المنحدر ، وإنما يتعداه إلى المنحدر كله من أعلاه إلى أسفله . وهى ظاهرة واضحة فى كل واجهات أجزاء الحافة المشرفة على السبخة ، وهى أظهر وأوضح وأكثر أبعاداً فوق منحدرات القور التى تزركش أرض السبخة ، وهذا مفهوم بسبب ازدياد نسبة رطوبة جو السبخة .

وجداول الندى تعبير نقترحه لمثل هذه الظاهرة بمفهومها التحاتى المشار إليه ، وهو يعبر عن ظاهرة شائعة الوجود فوق المنحدرات المشرفة على سبخة مرادة وفوق منحدرات قورها . هذه الجداول لا يمكن أن نرجع تكوينها لفترة مطر سالفة كالأودية الضخمة العميقة التى قطعت كل الحافات التى تحد المنخفض ، فهى ليست ظاهرة حفرية ، وإلا لانطمست معالمها تماماً نظراً لضآلتها خلال الـ ٥٠٠٠ سنة الأخيرة منذ حدوث آخر فترة مطيرة فى العصر الحجرى الحديث . وأنا لم أشاهد جريان قطرات الندى فى مجاريها ، ولم يكن من المستطاع فعل ذلك . وإنما أمكن التعرف عليها برؤية ابتلالها بالماء من جهة ، ومن جهة أخرى فليس هناك عامل آخر محتمل يمكن أن يعزى إليه تكوين تلك الجداول . فكما سبق أن أشرنا يكاد ينعدم المطر تماماً فى المنطقة .

ويختلف المظهر الچيومورفولوچى للمنحدر الشمالى للحافة الشمالية عن ذلك المنحدر الجنوبى المشرف على السبخة كل الاختلاف (شكل ٥) ووجه الشبه الوحيد بينهما يتمثل فى الجزء العلوى المكشوف والقائم الانحدار فى بعض المواضع ، والمحدب مع شدة فى الانحدار فى المواضع الأخرى ، وهو هنا لا يتعدى

مترين ارتفاعاً . أما باقى المنحدر فيتغطى بغطاء ضخم من الحطام الصخرى الخشن ، ويبدو مستقيماً فى جزئه الأوسط بزاوية انحدار تصل إلى نحو ٤٠° . ثم يتقعر فى قسمه السفلى حينما يلتقى بأرض الوادى التالى (وادى المضرب) المفروشة بالرمال المتوسطة والدقيقة الحبيبات والتى تزخر بحطام الحفريات .

والحطام الصخرى الذى يغطى وجه المنحدر هنا يختلف فى شكله ومظهره كل الإختلاف عن الحطام الصخرى الذى يغطى أجزاء من الواجهة الجنوبية المطلة على السبخة . ففى الأخيرة يتكون من كتل صخرية يدل مظهرها على حداثة تساقطها وتدحرجها . وهى فى معظمها كبيرة الحجم ، وتحيط بها كتل أصغر مغبرة متآكلة هى بقايا لكتل أقدم أصابتها التجوية بفعلها وفتّتتها وأعدتها للسفى بواسطة الرياح . والرياح فى هذه الواجهة الجنوبية المطلة على أرض السبخة الفسيحة تعمل حرة طليقة ، ولذلك ففعلها كعامل نحت واكتساح أظهر وأبعد أثراً بكثير منه على الجانب المظاهر حيث يعرقل عملها ، بل وتوقفه أحياناً بيئة التيه المضرسة التى تحاذيها ، ومن ثم فهى هنا ترسب على قاع الوادى التالى أكثر مما تنحت وتكتسح .

وبينما الرياح تخلى واجهة المنحدر المشرفة على السبخة من الفتات الصخرى الدقيق ، وتكتسح أولاً بأول ما تستطيع حمله أو دفعه أو دحرجته من مكونات الاسكرى ، فيظل جزء كبير من الواجهة مكشوفاً معرضاً للتجوية ، نجدها تعجز عن فعل ذلك على الواجهة المظاهرة التى تتغطى حتى قرب قمتها بحطام صخرى خشن يزداد سمكاً بالاتجاه نزلاً . وهذا هو السبب فى تطور شكل هذا المنحدر إلى الهيئة العادية للمنحدرات التى تبدو محدبة فى أعاليها ، ومستقيمة فى أواسطها ، ومقعرة عند أسافلها . فعملية التجوية نشطة نوعاً فى الجزء العلوى المكشوف الذى يتراجع باستمرار بينما الأجزاء الأخرى مجال للترسيب ، خصوصاً مع ضعف تأثير الرياح هنا كعامل نقل ، فيتعطل تراجعها .

والحطام الصخرى الذى يفترش وجه المنحدر الشمالى قديم بنى اللون داكن ، ويتركب من حبيبات رملية خشنة ومتوسطة متماسكة فى هيئة شرائح مستطيلة متفاوتة الطول (٢٠ ــ ٥٠ سم) والعرض (١٥ ــ ٢٥ سم)

والسمك (٥ ـ ١٠ سم) . بعضها منفصل منفرد ، والبعض الآخر ما يزال ممسكاً بوجه المنحدر . ولا يشك فى معاناته لتجوية طويلة الأمد ، فهو يمثل مخلفات لكتل صخرية كبيرة استجابت معظم مكوناتها لعمليات تجوية ميكانيكية (التقشر والتفكك بتتابع الحرارة والبرودة) وكيميائية (الإذابة بفعل الندى) بطيئة . ويكاد يكون المنحدر الشمالى فى حالة توقف تام باستثناء الجزء العلوى ، بينما المنحدر الجنوبى ، فى حالة تراجع أنشط ومتوازى لحد كبير .

وحين نترك الحافة المطلة على المنخفض ونتجه شمالاً نجد تيهاً من الأرض الوعرة تمتد على مدى البصر فى كل اتجاه . ويمكن للمورفولوجى أن يميز فى هذا التيه عدداً من الأشكال الأرضية المختلفة . فالهضبة قد تمزقت إلى عدد هائل من التلال المتخلفة المتباينة الأشكال والأبعاد (شكل ١) : بعضها مستدير أو بيضاوى أو مستطيل شديد انحدار الجوانب ، وبعضها الآخر مخروطى أو مدبب القمة هين الانحدار . وهى تتزاحم متجاورة أو متقاربة أحياناً ، وتتباعد عن بعضها أحياناً أخرى .

وأكثر هذه التلال ارتفاعاً واتساعاً هى ما تتغطى قممها بطبقة سميكة من الحجر الجيرى المندمج ، ومثلها قارة الغزالة التى تقع شمال قرية مراده بنحو ٣٠ كم .

وتظهر قارة الغزالة كأبرز مظهر تضاريسى تشاهده وأنت آت من الشمال . ويبلغ ارتفاعها زهاء ٦٠ متراً فوق سطح الأرض المحيطة بها . ويغلب فى تكوين جرمها الظاهر الصخر الجيرى الناصع البياض . وسطح القارة تام الاستواء ، ويبدو فى هيئة مستطيلة أقرب إلى البيضاوية (١٠٠٠ متر × ٦٠٠ م تقريباً) ، وهو صخرى صلب بنى اللون ، ويمثل سطح الطبقة الجيرية العليا (سمكها نحو ٢ متر) التى أصابتها التجوية وخلعت عليها لوناً بنياً . وترتكز هذه الطبقة على الصخر الجيرى الناصع البياض أسفلها ، وتبرز هوامشها معلقة تنتظر دورها فى التكسر والتساقط بفعل الجاذبية الأرضية . ويلى الطبقات الجيرية التى تكتنفها الفواصل تعاقب طبقى من الصخر الجيرى والشيل الأخضر . وفى أسفل منحدر القارة تظهر الصخور الرملية .

ولا يختلف شكل منحدر قارة الغزالة كثيراً عن شكل منحدرات الحافة المشرفة على السبخة . فالانحدار قائم فى الجزء العلوى المكشوف ثم يأخذ فى الاستقامة ويتغطى بالحطام الصخرى الذى تتضاءل أحجام مكوناته نزلاً حتى نصل إلى حضيض القارة حيث تتوزع المفتتات الدقيقة ويأخذ المنحدر شكله المقعّر. ويضطرب هذا النظام هنا وهناك حينما تبرز الطبقة الجيرية البيضاء المقاومة، فوق طبقة من الشيل الأخضر الهش ، ويحدث هذا ابتداء من أواسط المنحدر نحو أسافله .

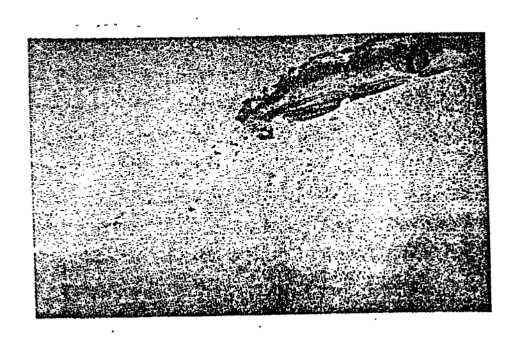
وحين نرقى سطح القـارة وننظر فى كل اتجـاه نشـاهد مـعظم المظاهر الچيومورفولوچية التى يمكن أن نصادفها فى الصحارى . فكل ما تبقّى من السطح الأصلى للهضبة الصحراوية يتمثل فى كتل صخرية عمدانية تتميز بأسطح منبسطة مستديرة الشكل أو مدببة ، ذات جوانب شديدة الانحدار ، تنتهى فى كل الحالات بمنحدرات سفلى مقعرة . وقد تحتشد هذه الأشكال متجاورة ومتفاوتة الأحجام والارتفاعات وقد تتباعد عن بعضها ، فتتاح الفرصة لظهور البيئة الحوضية المدرجة . وهنا ينحدر السطح فى سلسلة من المصاطب المتعاقبة تمتد حافاتها فى هيئة أقواس تحيط بمنخفض ضحل تكسوه الرمال الدقيقة ، وقد تزركشه كتل نباتية متفرقة . وهنا وهناك يبرز المظهر الچيومورفولوچى فى هيئة كويستات نرجىء مناقشتها لدراسة مستقلة .

الجانب الغربى :

وحين نتجه إلى الغرب نجد الحافة المشرفة على السبخة مسننة ومقطعة . ونرى هامش الهضبة وقد مزّقته الأودية الخانقية المتباينة الاتساع والعمق إلى عدد كبير من القور والألسنة الصخرية التى تبرز هنا وهناك محتضنة أجزاء من السبخة . ولقد تستقيم الحافة فى بعض المواضع فى هيئة كويستات كما هى الحال فى الجانب الشمالى نشير إليها فيما بعد .

ولا يختلف المظهر الچيومورفولوچى لهذا الجانب الغربى عن الجانب

الشمالى . فمنحدرات أجزاء الحافة المشرفة على السبخة شديدة الانحدار أو قائمة



شكل (٧) جزء من الحافة الغربية : القسم العلوى من المنحدر جيرى مكشوف ، وفيه (أعلى الصورة جهة اليمين) يظهر مدخل لكهف . ويبدو المنحدر المستقيم مطموراً تماماً بالرواسب .

فى أعاليها ، ومستقيمة فى أواسطها ، وهينة الانحدار مقعرة فى أسافلها . والحطام الصخرى خشن فوق المندحر المستقيم دقيق الحبيبات فوق المنحدر السفلى . ويبدأ الأخير بتغير فجائى فى درجة الانحدار حيث يبدأ سطح البديمنت الذى قد يظهر مكشوفاً عارى الصخر ، وقد يتغطى بغطاء رقيق من الرمال المتوسطة الحبيبات ومنه إلى البچادة ثم إلى مسطح السبخة . وفيما وراء الحافة نشاهد نفس التيه المهلهل والأرض الوعرة المضرسة والمرصعة بعشرات القور المتباينة الأشكال والأحجام . وهنا وهناك يبدو المظهر الحوضى المدرج بوضوح .

والتتابع الطبقى الصخرى للحافة والقور يماثل ما وجدناه فى الجانب الشمالى . وأكثر القور ارتفاعاً ما توج قممها حجر جيرى مندمج . وتشذ عن

ذلك القارة السوداء التى تعرف محلياً بالجبل الأسود والتى تقع قرب موقع الطرفيات ، إذ تعلوها طبقة من صخر رملى لونه بنى داكن أو مسود ، يتركب من حبيبات مندمجة ما هى إلا عقد سليكية وحديدية نرى أنها قد تخلفت عن تجوية الصخور الجيرية. وتظهر تلك الطبقة العليا فى شكل قلنسوة القسيس السوداء وترتكز على عنق جيرى قائم الانحدار ، تنتشر أسفله على أكتاف القارة ومنحدراتها الوسطى الهينة نوعاً كميات ضخمة من الحطام الصخرى المشتق من تآكل تلك الطبقة . ومن ثم يبدو جرم القارة من بعيد وكأنه بركان بازلتى خامد أسود اللون يبرز فى وقار القسيس بثوبه الكهنوتى وسط رعية من القور الفاتحة اللون (شكل ٨) .



شكل (٨) القسم العلوى من الجبل الأسود . تعلو التل المتخلف طبقة من الصخور الرملية الحديدية الداكنة اللون . وقد انتشر ما تآكل منها من حطام فوق منحدرات التل ومن حواليه لمسافة تصل إلى نحو ٢ كم !!

وتبدو الطبقة الرملية مقعرة السطح فى هيئة ثنية مقعرة ضحلة . وإذا ما تصورنا الشكل الأصلى لسطح الهضبة قبل أن تصيبها التعرية بفعلها ، وافترضنا وجود تجويف ضحل بها فى هذا الموضع وحواليه ، إذن لسهل علينا فهم تكوين تلك العدسة الجيولوجية الصخرية من نتاج التعرية فى صخر جيرى . ولا شك أن هذه الطبقة المحدودة الأبعاد حالياً كانت أكثر اتساعاً ، يدل على ذلك كمية الحطام الصخرى الضخمة المشتقة منها والتى تناثرت فوق منحدرات القارة وفوق قيعان الأودية المحيطة بها .

الجانب الجنوبى :

وحينما نترك الجانب الغربى ونتجه جنوباً نعبر سلسلة من القور المستطيلة التى تأخذ اتجاهاً عاماً غربياً شرقياً ، ومنها قارة المسلة ، وننتهى إلى سبخة منعزلة هى سبخة الحيره ، التى تحدها جنوباً وغرباً حافة شبه متصلة تمثل واجهة لحافة صخرية ينحدر سطح ظهرها انحداراً هيناً نحو الجنوب لا يتفق مع ميل الطبقات الصخرية الذى يأخذ اتجاه الشمال . وما تلبث الأرض بعد ذلك أن ترتفع بالتدريج صوب الجنوب حيث تبلغ ارتفاعاً يتراوح بين ١٥٠ ـ ٢٠٠ متر فى منطقتى الراقوبة وزلتن حيث يقع حقلان للبترول تابعان لشركة إسو ، ويوجدان فى منخفضين تكتنفهما الحافات العالية .

وحين نرقى قمة الحافة الصخرية التى تشرف على سبخة الحيره ، ونوجه أنظارنا جهة الشرق والجنوب نشاهد بحاراً من الرمال المموجة . ولا يقطع هذا المظهر الچيومورفولوچى العام سوى بعض من التلال المتخلفة المتباعدة عن بعضها تطل برؤس صغيرة فى معظم الأحيان . وهى تبدو حينئذ أشبه بمخروطات مدببة القمم حين يغطيها غطاء رقيق من حبات الرمال ، وأشبه بأكوام الغلال حين تنطمر برمال كثيرة تخلع على جوانبها الانحدار الهين السهل . وتشذ عن ذلك قارة زعموط الرحىّ المستطيلة المنبسطة السطح ، وكذلك قارة زعموط بوخريص المستديرة الشكل (شكل ١) .

من هذا نرى أن حافة المنخفض من جهة الجنوب غير واضحة المعالم . فظواهرها تنطمر أسفل غطاء ضخم من الرمال . ويحدث تراكم الرمال وتتكون الكثبان الرملية حيث تصطدم الرياح بعقبات فى طريقها ، أو حيث تتسع مجالات هبوب التيارات الهوائية ، وتلك شروط تتوافر فى الجانب الجنوبى من المنخفض . وما تلبث الرمال أن تنتشر وتتوزع فوق مساحة شاسعة على شكل غطاء مموج ، أو قد تصير الرمال إلى تلال أو إلى سلاسل من التلال الرملية .

وتظهر فوق سطح الغطاءات الرملية أشكال صغيرة نسميها بالتموجات الرملية والحافات الرملية . وهى تبدو بهيئة عروق صغيرة بارزة يتراوح ارتفاعها متوازية أو قد تتقطع إلى أجزاء صغيرة أو قد تتوزع وتتشابك حين تحل فجوات

محل الخطوط الغائرة فتنتظم الحافات أو العروق حينئذ فى هيئة شبكيّة ، ويصبح المظهر المورفولوچى للمنطقة كورقة شجرة أو ريشة طائر . وهى على أى حال أشكال عابرة زائلة ، إذ أنها تتحرك وتتغير مواضعها مع هبات الرياح وقد تتلاشى تماماً . وفى نشأة هذه الأشكال الصغيرة نرى أنها تتكون بسبب اختلاف كثافة حبات الرمال وعدم التجانس فى أحجامها والتباين فى درجة تحركها ، ثم عن طريق هبوب الرياح فى شكل دفعات أو هبات متقطعة .

ويتميز القسم الشرقى من بحر الرمال هذا بوجود نطاق كبير من سلاسل الكثبان الرملية المتوازية التى تمتد فى اتجاه عام من الشمال الشرقى نحو الجنوب الغربى . وإذا ما كانت الرياح الشمالية الغربية هى السائدة فى المنطقة ، وهى بطبيعة الحال المسؤولة عن تكوين هذه السلاسل من الكثبان ، فإنها حينئذ تدخل ضمن نمط الكثبان العرضية أو المستعرضة . وقد أمكن الاستدلال على اتجاه الرياح من دراسة منحدرات الكثبان . فمنحدراتها المواجهة للشمال الغربى (من حيث تأتى الرياح) هينة الانحدار (بين ٥ ــ ١٠°) بينما تنحدر جوانبها المظاهرة لهذا الاتجاه انحداراً شديداً فى البداية ، ثم يتلو ذلك انحدار هين نوعاً بزوايا تتراوح بين ١٠ ــ ٢٠° كما أن هنالك بدايات للتحول إلى شكل البرخان فى بعضها حيث نجد انحناءات عند الأطراف تجاه الجنوب الشرقى . أما قمم الكثبان فتبدو فى هيئة أقواس فسيحة محدبة (شكل ١) .

الجانب الشرقى :

تحد المنخفض من ناحية الشرق حافة شديدة الوضوح أقل تسنناً وتعرجاً بكثير من الحافتين الشمالية والغربية وهى تبدو متصلة مستمرة فيما عدا بعض المواضع التى تقطعها وديان جافة خانقية عميقة شديدة انحدار الجوانب . وفى تلك المواضع تظهر بعض القور المتخلفة عن عملية التقطيع . وتبدو الحافة أيضاً متناسقة الارتفاع ، وتمتد بهذا الشكل المتصل المتجانس المستقيم زهاء ٤٠ كم . وينتهى طرفها الشمالى الغربى بأرض مضرسة ، وحينئذ ندخل مرة أخرى فى نطاق الجانب الشمالى من المنخفض حيث نجد البيئة الممزقة التى سبق وصفها . وسنعرض لمناقشة هذه الحافة عند الكلام عن ظاهرة الكويستا .



شكل (٩) : جزء من الحافة الشرقية . تبرز الطبقة الجيرية العليا الصلدة فى هيئة مظلة ، حجفا ، ، أسفلها المنحدر القائم (صخر جيرى لين نوعاً وناصع البياض)، ويبدأ المنحدر المستقيم عند أقدام الرجال الثلاثة. وتبدو فى مؤخرة الصورة جهة اليمين قارة مستوية السطح من القور التى ترصّع أرض السبخة .

نحن نعتقد أن التقطع الشديد الذى أصاب هوامش الهيئة الميوسينية المشرفة على المنخفض خاصة من الشمال والغرب إنما يرجع فى معظمه لفعل الماء الجارى فى عصر مضى . وليس من السهل تتبع مجارى تلك الأودية القديمة فى وقتنا الحالى ، كما قد تعذر العثور على مدرجات تكتنف جوانبها ، نظراً لأن معظم معالمها قد انطمس بفعل الرياح . ومع هذا فمن الممكن التعرف على أجزاء من تلك المجارى الجافة فى أكثر من موضع . مثال ذلك فيما بين قارتى حصين الرجيلى والبيضا على جانبى الطريق القديم الذى يصل مراده بالعقيلة ، وفى النطاق المحيط بقارة المطْر فى الغرب ، وعند التقاء الحافة الشرقية بالجانب الشمالى .. (انظر الخريطة شكل ١) . وهى جميعا تتخذ اتجاهات شمالية جنوبية أو غربية شرقية أو فيما بين هذين الاتجاهين .

وحينما نشاهد نسيج هذا التقطع المتقارب لهوامش الهضبة المطلة على المنخفض بل والمزدحم فى كثير من الأحيان ، ونرى تلك الأودية العميقة المسطحة القيعان الشديدة انحدار الجوانب الصخرية ، فإنه لا تفسير لذلك إلا القول بأن المنطقة قد أصابها المطر فى عصر سالف . ونحن لا نقصر تأثير الأمطار والمجارى المائية القديمة على تقطع هوامش الهضبة المشرفة على المنخفض فحسب بل إننا نعتبرها من العوامل الرئيسية المسئولة عن حفر منخفض مراده ذاته .



شكل (١٠) : فى أعلا الصورة حيث يقف الأخ صميدة وسائق السيارة يقع مخرج واد خانقى جاف . وفى مقدمة الصورة تظهر شبكة جداول الندى والرشح ، وهى من بين العوامل المسئولة عن استمرار تشكيل منحدرات هوامش منخفض مراده . وفى وسط الصورة تظهر الكتل الصخرية المتدحرجة على منحدر البديمنت .

ولقد سبق لى أن عرضت رأياً فى الفصل الثانى من كتاب العصر الجليدى (١٩٦٦ ، ص ٣٢ وما بعدها) ، ذلك الرأى الذى يسهل لنا فهم الكثير من مثل هذه الظاهرات الچيومورفولوچية المربكة فى تفسيرها ، وفيه نفترض مع بيدل « أن الذبذبات المناخية التى حدثت أثناء عصر البلايوستوسين قد صحبها تزحزح فى النطاقات المناخية ، وبالتالى تزحزح فيما يتصل بها ويصحبها من حياة نباتية وعمليات چيومورفولوچية ومناخية . فالتحول المناخى إلى البرودة على وجه الأرض يعنى بناء على ذلك أن كل النطاقات المناخية تتقدم أو تتزحزح تجاه الدائرة الاستوائية ، كما يعنى التحول إلى الدفء أن النطاقات المناخية تتراجع تجاه القطب » .

وبناء على هذا الرأى الذى عززناه مؤخراً بآراء تضمنها بحث عن « عصور المطر فى الصحراء الكبرى ... » (١٩٧١) ، كان نطاق مناخ البحر المتوسط المثالى الذى ينحصر حالياً بين دائرتى العرض ٣٢° ـ ٤٥° ش كان يتزحزح جنوباً وينضغط بين دائرتى العرض ٢٨° ـ ٣٦° ش . معنى هذا أن منطقة منخفض مراده التى تقع إلى الشمال من دائرة العرض ٢٩° ش ، كانت أثناء الفترات الباردة أو الجليدية الشمالية تدخل ضمن نطاق مناخ البحر المتوسط آنذاك، وكان يصيبها قدر من المطر الشتوى يعادل ما يصيب دائرة العرض ٣٣° ش فى وقتنا الحاضر على وجه التقريب ، أى قدر ما يتساقط على بلدة مثل توكره الواقعة على خط عرض ٣٠َ ٣٢° شمالاً (شمال شرق بنغازى قرب الساحل) ، وهو قدر يناهز ٤٠٠ ملم . وبالتالى كان نطاق المنخفض يقع تحت تأثير عمليات وقوى چيومورفولوچية مناخية تختلف عن مثيلاتها فى العصر الحاضر ، وبالتالى قد عانى من فعل وتأثير التعرية المائية الشىء الكثير .

وحين ننظر إلى الشكل رقم (١) المرفق بالبحث الخاص بعصور المطر الآنف الذكر ، ونتابع خط الرطوبة الخاص بنطاق شمال وسط الصحراء الكبرى (جنوب الجزائر وليبيا ومصر فيما بين دائرتى العرض ٢٥° ـ ٣٠° ش) نرى سلسلة طويلة متتابعة من فترات المطر والجفاف ابتداء من عصر البلايوسين وعبر البلايوستوسين وحتى نهاية القسم الأول من الهولوسين . وقد عثر على اثار چيولوچية ومورفولوچية وبدولوچية فى جهات من ليبيا داخل هذا النطاق من العروض تشير كلها إلى حدوث فترات مطيرة استمرت من الزمن الثالث الحديث حتى الزمن الرابع .

وما تزال فترات المطر فى البلايستوسين الأسفل تعوزها بعض الأدلة ، ولكن ليس من شك فى حدوث فترتين مطيرتين شديدتى الوضوح فى نطاق العروض هذا (بين ٢٥° ـ ٣٠° شمالاً) الذى يقع فى جزئه الشمالى إقليم منخفض مراده (خط عرض ٢٩° شمالاً) تعاصران فترتى الجليد ريس ، وفورم . كما أمكن التعرف على فترة مطر أخيرة حدثت فى الفترة الزمنية التى يسميها المتخصصون فى الآثار وفى الجغرافيا التاريخية « العصر الحجرى الحديث »

(تاريخه فى مصر ٥٥٠٠٠ ق . م) ومن بعد ذلك حلت ظروف مناخ الصحراء الحالية بعملياتها الچيومورفولوچية المعروفة .

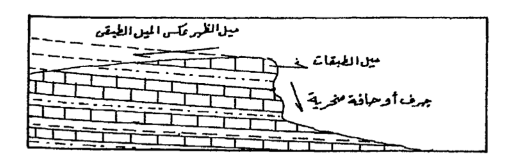
معنى هذا أن تشكيل سطح النطاق الصحراوى الذى يقع فيه منخفض مراده قد عانى خلال فترة طويلة شملت الزمن الرابع كله وامتدت إلى القسم الأخير من سابقه من تأثير نوعين من العمليات الچيومورفولوچية المناخية فى أثناء سلسلة من الفترات المتعاقبة : نوع يسود الآن إقليم البحر المتوسط الذى يتميز بصيفه الحار الجاف وشتائه الدفيئ المطير ، والنوع الآخر يسود منطقة المنخفض ذاته فى وقتنا الحالى وهو المناخ الصحراوى الجاف المتطرف الحرارة .

وفى أثناء الفترات المطيرة كانت الأودية تجرى بالمياه ولو فصلياً . وكان جريانها سريعاً بل وفى هيئة سيول . وهذا النمط من الجريان تسمح به طبيعة التضرس فى المنطقة من جهة ، وطبيعة تساقط المطر الشتوى من جهة أخرى ، فهو يهطل فى هيئة وابل . يضاف إلى ذلك أن الهطول يأتى فى الشتاء عقب صيف حار جاف أثناءه تتشقق الصخور وينحلّ تماسكها من أثر التجوية الميكانيكية . وتأتى الأمطار والسيول بعنفوانها فنجد بيئة صخرية قد سبق إعدادها للنحت والاكتساح فيعظم أثرها فى تعرية المنطقة . وإذا كنا الآن لا نجد واضحاً من شبكة الأودية سوى أجزاء يسيرة ، فإنما يرجع سبب ذلك إلى انطماس كثير من معالمها بالرمال ، وبفعل التعرية الهوائية التى استطاعت تحويل قسم عظيم من هوامش الهضبة فى الشمال والغرب من المنخفض من بيئة الأودية إلى بيئة الأحواض الضحلة التى تكتنفها الحافات المقطعة وتزركشها التلال المتخلفة .

الكويستات

كلمة كويستا Cuesta كلمة أسبانية تستخدم فى الچيومورفولوچيا للدلالة على تل أو شكل أرضى يتألف من منحدر شديد عكس ميل الطبقات يسمى بحافة أو واجهة الكويستا Cuesta Scarp ، ومن منحدر سطحى هين الانحدار يمتد مع ميل الطبقات يمكن تسميته بمنحدر الميل الطبقى dip-slope أو ظهر الكويستا .

ومهما اختلفت عوامل تكوين الحافات ، فينبغى أن نقصر استخدام كلمة كويستا على الشكل الأرضى الذى يتميز بالخصائص السالفة الذكر . ولا شك أن كل الحافات التى تكتنف منخفض مراده قد أنشأتها عمليات واحدة . ولكننا نستبعد كل أجزاء الحافة الجنوبية وبعضاً من أجزاء الحافة الغربية المشرفة على السبخة من مفهوم الكويستا كشكل أرضى حتى ولو كانت انحدارات أسطح ظهورها تميل فى اتجاهات معاكسة لاتجاهات انحدارات واجهاتها ، وهذا ما لاحظناه فى بعض المواضع (شكل ١١) . وهذه يمكن أن نطلق عليها تعبير الجروف أو الحافات الصخرية .

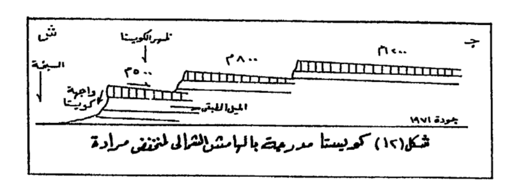


شكل (١١) الحافات الصخرية المطلة على سبخه مراده كما تبدو فى بعض أجزاء الجانب الجنوبى للمنخفض

ويمكن القول عامة بأن كويستات إقليم مراده قد نشأت ونمت نتيجة لتأثير أنماط من عمليات التعرية والتجوية فى طبقات صخرية متعاقبة ومتفاوتة الصلابة والمقاومة ، وتميل هذه الطبقات ميلاً هيناً (بين ٣° ـ ٤°) صوب الشمال ، وتتركب من صخور جيرية تتعاقب مع صخور الشيل والصخور الرملية . وينبغى أن نشير إلى أن تشكيل الكويستات ما يزال مستمراً ، وإن كان يسير بصورة بطيئة تحت ظروف المناخ الجاف الحالى . ونحن نشاهد فى كل مكان أسفل واجهات الحافات كتلاً صخرية محطمة ، وأخرى ما تزال معلقة على قسم أو آخر من منحدر الواجهة تنتظر دورها فى التدحرج والسقوط .

ومن السهل تتبع عدد من الكويستات فى نطاق الهامش الشمالى : بعضها منفرد والبعض الآخر يبدو بهيئة مدرجة . وإذا تغاضينا عن التقطيع الشديد الذى أصاب ظهورها فإنها تبدو بالشكل رقم (١٢) كما يتضح إلى الشرق من قارة البيضا ، وإلى الشرق أيضاً من قارة المطر (انظر الخريطة شكل ١) .

وقد سبق أن ذكرنا أن المنخفض يحده من جانبه الشرقى حافة صخرية متصلة متناسقة الارتفاع . ونحن نعتبرها واجهة لكويستا ضخمة . وتأخذ تلك الواجهة اتجاها شمالياً غربياً ـ جنوبياً شرقياً فيما بين خطى طول ٢٦َ ١٩ْ ـ ٤٠َ ١٩ْ شرقاً ، وينحدر سطح ظهرها انحداراً هيناً متناسقاً صوب الشمال متفقاً مع اتجاه الميل الطبقى حتى حضيض واجهة أخرى أقل وضوحاً .



شكل (١٢) كويستا مدرجة بالهامش الشمالى لمنخفض مرادة

ويمكن تقسيم الواجهة إلي ٣ أقسام : قسم متصل مستقيم تقريباً ، يمتد فيما بين خطى طول ٢٦َ ١٩ْ ـ ٣٢َ ١٩ْ شرقاً ، وقسم آخر يليه فى اتجاه الجنوب الشرقى يفصله عن القسم الثالث والأخير وادى جاف خانقى . ويتميز القسمان الأخيران بالتقطع بواسطة عدد من الأودية الجافة الخانقية .

وتتصف واجهة الكويستا فى معظم أجزائها وعلى امتداد طولها بوجه عام بانحدار شديد قائم فى قسمها العلوى الذى يتركب من صخور الجير التى تكتنفها الفواصل وصخور الشيل (أسفل الجير) ، وهذا هو القسم الذى يمثل الوجه المكشوف من المنحدر ، وحافته العليا حادة وليست مستديرة محدبة . ويلى الوجه المكشوف إلى أسفل قسم مطمور بالحطام الصخرى ونسميه بالوجه المطمور وهو يمثل المنحدر المستقيم ، وتصل درجة انحداره حتى ٤٠ْ . وعند أسفله نجد

تغيراً فجائياً فى درجة الانحدار فنشاهدُ ما يشبه مصطبة تنحدر انحدارا هيّنا على امتداد مسافة تصل فى بعض المناطق إلى نحو ٢٠٠ متر حتى أرض السبخة المنبسطة المستوية ، وهو القسم الذى يبدو مقعراً فى أسفل الواجهة والذى يدعوه الچيومورفولوچيون بأسماء مختلفة منها البديمنت Pediment .

وينحدر ظهر الكويستا انحداراً هيناً فى اتجاه الميل الطبقى العام نحو الشمال حتى نهايته فى أسفل حافة أقل وضوحاً فى الشمال الشرقى خارج نطاق الخريطة. وعلى الرغم من أن ظهر الكويستا مقطع إلا أنه أقل تمزقاً بكثير من الهوامش الشمالية والغربية من المنخفض . وهنا أيضاً تظهر البيئة الصحراوية الحوضية فى كثير من الجهات . ومن الممكن تتبع عدد من الأودية الجافة أظهرها الوادى الخانقى الطويل الذى يتجه من الجنوب نحو الشمال وترفده مسيلات جافة كثيرة (فى الشمال الشرقى خارج نطاق الخريطة) .

ظاهرة البديمنت

سبق أن ذكرنا الكثير عن الجزء السفلى المقعر عند حضيض منحدرات الحافات التى تحيط بسبخة مرادة . وهو فى الجانبين الشمالى والغربى يبدو مقطعاً غير متصل بسبب تمزق الحافتين ، ولكنه فى كل حالة يبدأ قطاعه العرضى من أسفل المنحدر المستقيم بتغير فجائى فى درجة الانحدار ، ثم يصبح الانحدار هيناً لبضع عشرات من الأمتار . ويظهر الصخر عارياً ثم ينطمر تدريجياً بغطاء من الرواسب الدقيقة يزداد سمكه شيئاً فشيئاً إلى أن يصل إلى مسطح السبخة . والجزء المطمور من سطح البديمنت هو ما يمكن تسميته بالباچاده . ومنحدر البديمنت والباچاده (يطلق البعض كلمة بييدمونت Piedmont على الاثنين معاً) ضيق عند أسافل الحافات الشمالية والغربية ، لكنه يتسع عرضاً (حتى ٢٠٠ م) ويتصل امتداداً على طول الحافة الشرقية .

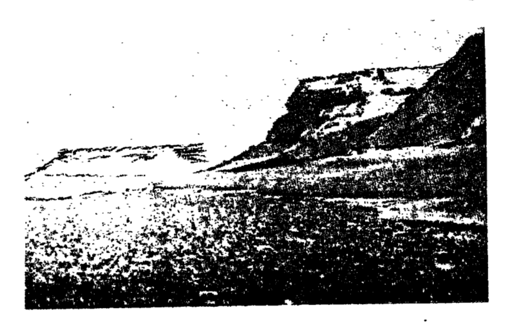
وتتعدد الأراء فى كيفية نشوء البديمنت ، ويمكن إجمالها فى ثلاث نظريات :

الأولى ، تعزو النشأة إلى عملية تعرية أو تسوية جانبية بفعل الماء الجارى .

والثانية . تؤمن بعمليات غسل وإزالة للمواد تتم بواسطة التعرية المائية الغطائية .

والثالثة ، ترجح التراجع المتوازى للمنحدرات بفعل عمليات التجوية لتفسير نشوء البديمنت .

وعلى الرغم من أن إقليم مراده قد عانى الكثير من تأثير التعرية المائية إبّان الفترات المطيرة إلا أننا نستبعد نظرية التسوية الجانبية بفعل المجارى المائية التى كانت تترنح من جانب لآخر حينما كانت تخرج من واجهات حافات الهضبة الأصلية وتقوم بعمليات التقويض السفلى عند حضيضها ، ومن ثم تنشىء مراوح صخرية تتحد مع بعضها مكونة للبديمنت . فقد كان المنخفض فى تصورنا يمتلىء بالمياه إلى أسافل الحافات ، وإليه كانت تنتهى مياه المسيلات المائية ، فيتوقف فعلها التحاتى . ولهذا فنحن نرجح نشوء البديمنت فى إقليم مراده عن طريق تراجع المنحدرات بفعل التجوية الميكانيكية والكيميائية ، ونرى أن سطح البديمنت يمثل منطقة عبور للمواد المتآكلة التى يتم نقلها حالياً بواسطة الجاذبية الأرضية والرياح وجداول الندى . وبهذا الفكر كان وصفنا التفصيلى لمنحدرات جميع الحافات المطلة على سبخة مراده كما سبق أن رأينا .



شكل (١٣) مخرج واد جاف من الحافة الشمالية (يمين الصورة) ، وقارة (مؤخرة الصورة) . وفى مقدمة الصورة يظهر جزء من السبخة مغطى بصحائف الأملاح المتصلبة التى غلفت بغشاء من الغبار . لاحظ منحدرات الحافة والقورة .

مورفولوچية السبخة

حين نصعد فوق قارة من القور التى ترصع السبخة أو فوق مرتفع من أجزاء الحافات التى تشرف عليها ، نشاهد السبخة أشبه بسهل فسيح تام الاستواء. وتبدو بلون بنى داكن نوعاً ، يأخذ فى الاصفرار تجاه الهوامش الرملية . وهنا وهناك تظهر مزركشة بقشور ملحية ناصعة البياض . وأملاح السبخة خليط من كلوريدات المغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم (ملح الطعام) وكبريتات الكالسيوم (الجبس) . ويكثر وجود أملاح المغنسيوم والبوتاسيوم فى القسم الشرقى من السبخة وهو أكثر أجزائها انخفاضاً ، بينما يكثر وجود الهالايت (كلوريد الصوديوم) والجبس فى القسم الغربى منها .

وتنتظم سبخات مراده فى هيئة شريط عريض يمتد امتداداً عاماً من الحافة الشرقية إلى الحافة الغربية ، وغير بعيد من حضيض الحافة الشمالية . ولا يحيد عن هذا الامتداد العام سوى سبخة الحيرة التى تقع متطرفة فى الجنوب الغربى وتبعد عن امتداد الشريط السبخى الرئيسى بنحو ٨ كم ويفصلها عنه أرض مضرسة .

ويزركش أرض السبخة التى تمثل قاع المنخفض عدد من التلال المتخلفة بعضها منعزل ، مثل قارة الديابيّة ، أو محتشدة فى مجموعات مثل قور الخفيف والدكر ، أو قد تبرز متجمعة متساندة فى أحضان الحافات الشمالية والغربية مثل قور المزالة وحصيّن الرجيلى والمطر والطرفيات . وتصبح التلال المتخلفة أكثر ارتفاعاً بوجه عام قرب الحافات . ومع هذا نصادف تلالاً لا ترتفع لأكثر من بضعة أمتار فيما بين التلال العالية المجاورة للحافات . وهوامش الشريط السّبخى إما أن تكون رملية أو صخرية ، وهى تبدو واضحة إلا حيثما تطمس معالمها الرمال الوفيرة .

وتتركب القور التى تبرز فوق أرض السبخة من طبقات صخرية أفقية تماماً من الجبس الصحائفى والمتبلور النقى ، يليها إلى أسفل طبقات من الشيل البنى المصفرّ ، والشيل الرملى ثم الحجر الرملى الذى يكون قواعدها . وتبدو منحدرات القور شديدة قائمة فى أعاليها ثم تستقيم أسفل غطاء من الحطام الصخرى الذى يفترش أسافلها وأجزاء من محيطها على أرض السبخة ، وهى تتآكل بفعل التجوية الميكانيكية وتأثير الرياح كما أن فعل التجوية الكيميائية فيها أظهر من نطاقات الحافات الرئيسية نظراً لإحاطتها بأرض السبخة الرطبة التى ترشح دائماً بالمياه فيما حواليها (شكل ٢) .

وعلى الرغم من الاستواء العام الذى يبدو به سهل السبخة إلا أن السطح مضطرب . ومرد ذلك إلى القشور الملحية التى تتراكم فوق بعضها مثلما تتراكم قطع الشقافة أو الفخار . وفى مثل هذه الأجزاء نجد سطح السبخة صلب ، والمياه فى العادة لا تستطيع أن ترشح إلى السطح ، ولكن يكفى أن نحفر لعمق بضع سنتيمترات لكى نصل إلى تربة رطبة ، ولعمق بضع ديسيمترات لكى نصل إلى الماء (شكل ١٣) .

وفى الجهات التى أزيلت عنها صحائف الأملاح المتصلبة التى يقطعها سكان الواحة ويتخذونها مادة لبناء بيوتهم ، يظهر السطح قليل التموج ويبدو حينئذ فى هيئة مسطحات ملحية رقيقة ملساء ، بيضاء أو مغبرّة ، وتحدها خمسة أضلاع أو ستة تبرز فوق مستوى المسطحات ببضعة ملليمترات ، وهى تشبه الأشكال الخماسية والسداسية الأضلاع التى نجدها فى مناطق هوامش الجليد والجهات الباردة التى تتأثر بفعل الصقيع . وهى هنا ناشئة عن ترسيب الأملاح وتصلبها وتمددها أفقياً فى اتجاهات متقابلة ، فلا تجد لها سبيلاً إلا البروز فى اتجاه رأسى إلى أعلى (شكل ١٤) .

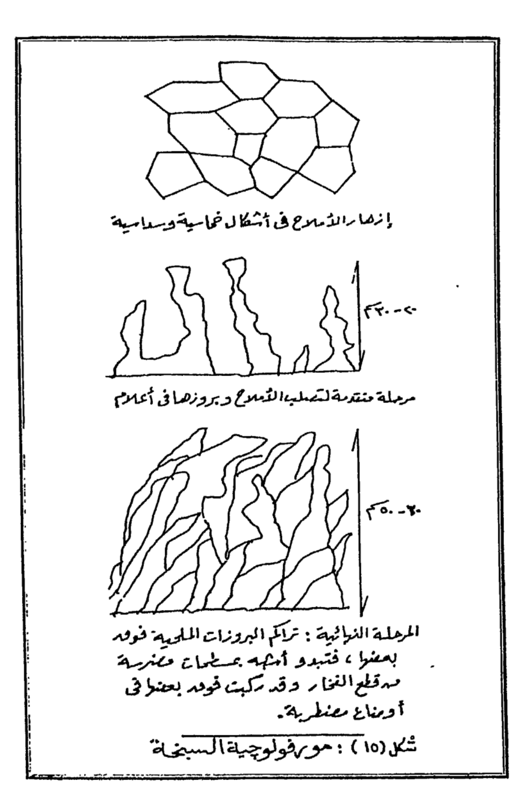


شكل (١٤) إزهار الأملاح فى أشكال رباعية وخماسية ...

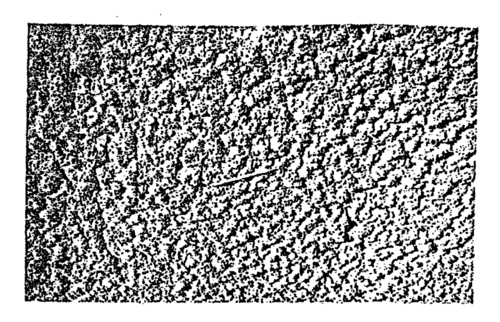
وما تزال تلك الأضلاع تواصل نموها صعداً ، بينما تنشق المسطحات الملحية وتبرز هى الأخرى مكونة لأعلام منفردة يبلغ ارتفاعها بين ٢٠ ـ ٣٠سم، ثم تميل ويتكىء بعضها على البعض ، فيبدو حينئذ سطح السبخة وقد افترش بكميات هائلة من الصحائف الملحية المتزاحمة والمضطربة الأوضاع وهو مظهر سبق أن رآه ديزيو وعبد العزيز طريح ووصفاه بأرض أصابها سلاح المحراث (شكل ١٥) .

والسطح فى مثل هذه المناطق يصبح وعراً يستحيل اجتيازه بالسيارة (لاندروفر) ويرهق من يسير عليه أيما إرهاق .

وهناك من المناطق ما يقرب سطحها من الاستواء التام ، وهنا نجد التربة رطبة ولينة ، ويرشح الماء من كل أجزائها ، والأملاح تظل ذائبة ولا تجد الفرصة للتصلب . وفى المناطق الأخرى الرطبة نجد السطح مغطى بكرات ملحية صغيرة فى حجم كرات لعبة الطاولة ، وهى لينة متلاصقة ، وقد غطتها الرياح بغشاء ترابى داكن ، وهو يبدو حينئذ أشبه بقرص العسل (شكل ١٦) .



شكل (١٥) : مورفولوجية السبخة



شكل (١٦) : إزهار الأملاح فى هيئة قرص العسل ببعض أراضى سبخة مرادة.

ويمكن للمتجول فوق أرض السبخة أن يشاهد هنا وهناك حفراً وعيوناً طبيعية قمعية الشكل تزركش جدرانها بلورات ملحية بيضاء فيها لمحة من الزرقة السماوية الخفيفة البهيّة ، وحين تبلل يدك بمائها وتتركها لتجف يترسب على بشرة اليد غشاء من الأملاح البيضاء (شكل ١٧) . وتشذ عن هذه العيون المالحة عين واحدة تسمى عين الضهير ، فماؤها مستساغ رغم وجودها فى قلب السبخة (انظر الخريطة شكل ١) ، وعندها تنمو فى كومة رملية ثلاث نخلات قزمية تتشابك جذوعها ، وبعض الشجيرات الجافة .

وسطح السبخة يخلو بطبيعة الحال من النبات إلا حيثما تراكمت الرمال حول عقبة ، فهذه تعتبر مصايد للرطوبة وتربة صالحة لنمو نباتى هزيل قد يكون نخلة قزمية أو بعض الأعشاب الخشنة . ويكثر النمو النباتى نوعاً فى هوامش السبخة ويقترن وجوده أيضاً بالروابى الرملية .

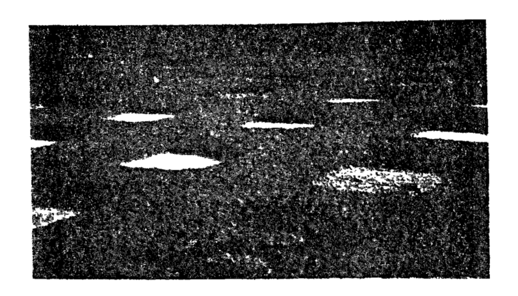
وترتفع أرض السبخة جنوباً إلى سطح مموج يشرف عليها بحافة يبلغ ارتفاعها زهاء ٨ م . وعند هامشها المطل على السبخة توجد بقايا منشآت أقامها الإيطاليون لتحليل الأملاح وتنقيتها جزئياً . وعند حضيض الحافة تقع عيون تنساب منها المياه العذبة إلى أرض السبخة . وتأخذ هذه المصطبة فى الارتفاع



شكل (١٧) : عين مالحة صافية المياه . لاحظ ظل الرجل فى الماء الصافى والجدران المالحة البيضاء .

التدريجى إلى المنطقة السكنية الرئيسية فى الواحة . وتحيط معظم المساكن بتلّ متخلف يدعى « بالجاره » التى تعلوها بقايا استحكامات دفاعية ، وعنها يحكى الأهالى قصصاً عن صمودها فى وجه الغزاة منذ القدم .

وفوق هذه المصطبة الفسيحة المموجة تنتشر مزارع النخيل وقليل من المحصولات التقليدية حول بضع عشرات من العيون الطبيعية . والتربة بنية فاتحة اللون ، وحبيباتها رملية دقيقة إلى غرينية ، وتختلط بها هنا وهناك حبيبات حصوية . ويبدو أن سمك الرواسب المائية والهوائية يصل إلى ١٠ متر وأكثر ، ذلك أن أعماق الآبار قد تزيد على هذا القدر ، وتتركب القيعان والجدران من تلك الرواسب . وليس من شك فى أن تلك المصطبة تمثل منسوباً للبحيرة القديمة (أنظر نشأة المنخفض فى الصفحات التالية) التى كانت آخذة فى الانحسار التدريجى صوب أعمق أجزائها أى نحو الشمال .



شكل (١٨) : استغلال أملاح السبخة : نتيجة للأبحاث الإيطالية حُدِدت منطقة فى السبخة مساحتها ١٥ كم٢ وجد أنها تحوى تركيزات عالية من البوتاس . وفيها تمَ حفر شبكة من الحفر. كل منها مساحتها ٢ م٢ وعمقها ٥٠ سم. وإلى هذه الحفر كانت ترشح المياه المالحة من الطبقات الرملية والملحية السفلى . وفى خلال أسبوع ، وتحت تأثير ظروف الصيف الحار ، كانت الحفر تمتلىء بالأملاح التى كان يصل مقدار وزنها الصافى ٨٠ كيلو جرام من البوتاس من كل حفرة . وقد أنتج الإيطاليون ٢١,٠٠٠ طن عام ١٩٣٩ و ١٥,٠٠٠ طن عام ١٩٤٠ ، ثم توقف الإنتاج لظروف الحرب العالمية الثانية. ويقدر الاحتياطى الظاهر بمقدار ١,٦ مليون طن من أملاح البوتاسيوم المحتوية على ٤٠ ٪ أكسيد بوتاسيوم و ٧,٥ مليون طن من كلوريد المغنسيوم. وعن طريق المجسات اتضح وجود طبقة ملحية سمكها ٨ م من الكلوريدات والكبريتات. لاحظ إحدى قور الخفيف فى مؤخرة الصورة .

نشأة المنخفض

نحن نستبعد النشأة التكتونية للمنخفض: فلا هو بغور انكسارى Graben ، ولا هو بثنية التوائية مقعرة فسيحة هينة الميل والانحدار كما يدعى ديزيو . فكل الوسط الچيولوچى الذى يقع فيه المنخفض بما فيه الحافات المشرفة عليه من كل الجهات يتركب من طبقات صخرية تميل جميعها ميلاً هيناً نحو شمال الشمال الشرقى . ومن ثم فليس هناك تقابل فى الميل الطبقى بحيث يمكننا أن نتصور ثنية التوائية مقعرة حوضية محلية تميل صوب محورها الطبقات الصخرية .

وفى الوقت الذى فيه نستبعد النشأة التكتونية لا ينبغى أن نهمل العامل الچيولوچى . فعلى الرغم من أن كثيراً من الچيومورفولوچيين يرجعون نشأة مثل هذه المنخفضات الصحراوية الضخمة لفعل عامل النحت أو عامل الاكتساح الهوائى أو كليهما معاً ، إلا أننا نميل إلى الاعتقاد بضرورة وجود نمط من أنماط الضعف الچيولوچى فى المنطقة الأصلية كى تكون بمثابة بيئة صالحة لفعل عوامل التعرية سواء كانت تتمثل فى الماء الجارى أو فى الهواء المتحرك .

والضعف الچيولوچى فى منطقة ما يتمثل فى كسور تصيبها أو فى التواءات تعتريها ، ومن هذا ومن ذاك تخلو منطقة مراده تماماً . وقد يتمثل الضعف الچيولوچى فى نطاق صخرى حدّى عنده تتلامس صخور متفاوتة الصلابة تنتمى لعصرين مختلفين بالإضافة إلى ضعف تلك الصخور أو بعضها وقابليتها للتأثر السريع بعمليات التجوية والتعرية ، وهذا ما نجده بصورة مثالية فى إقليم هذا المنخفض . فالقاع المالح للمنخفض يقع الآن عند منسوب اتصال التكوينات التابعة للميوسين الأسفل والتكوينات التابعة للأوليجوسين وإلى الشمال من هذا القاع نشاهد فى الحافات العالية طبقات صخرية تنتمى للميوسين الأسفل والأوسط . وهى تتركب من تتابع طبقى من الصخر الجيرى والشيل الرمادى والمخضر ، والشيل الرملى والمارل والجبس والصخر الرملى . أما فى الجنوب فيحد السبخة تكوينات أوليجوسينية تميل ميلاً هيّناً صوب الشمال .

وقد أشار ديزيو ، ومعه حق ، إلى وجود انتقال بين رواسب ميوسينية بحرية، ورواسب لاجونية . فالمواد المتخلفة فى قاع السبخة توضح تتابعاً طبقياً لتكوينات صلصالية مالحة وصخور رملية بالإضافة إلى طبقات من الصخور الملحية، وتوجد حفريات غنية من الرخويات اللاجونية . كما تتركب التلال المتخلفة (القور) التى ترصّع قاع السبخة من طبقات صخرية من الجبس القابل للإذابة فى الماء والشيل ، والشيل الرملى . وكل هذه الحقائق تشير إلى أن جزءاً عظيماً من التكوينات الميوسينية المحتوية على الاملاح قد تآكلت وأزيلت من المنطقة بطريقة أو بأخرى .

وتصورنا لنشأة المنخفض وتطوره حتى أصبح بشكله الحالى نجمله فى الآتى: عندما كان البحر الميوسينى آخذاً فى الانحسار ، كانت منطقة مراده بمثابة لاجون ضحل ، وعلى اتصال به ، وفيها تراكمت الرواسب اللاجونية بالإضافة إلى التكوينات البحرية الميوسينية الأصلية . وما لبث أن انحسر البحر تماماً وانقطعت الصلة بينه وبين اللاجون التى جفت بالتسرب والتّبخُّر وأصبحت فى هيئة تجويف ضحل فى وسط من الصخور الجيرية الميوسينية السطحية .

وابتداء من عصر البلايوسين توالت على المنطقة ظروف الجفاف والمطر على النحو الذى سبق لنا شرحه ، ومن ثم ساهم فعل المياه والتعرية الهوائية فى حفر هذا التجويف المستطيل وتعميقه وتوسيعه . ففى أثناء فترات المطر كانت المنطقة تتلقى كميات كبيرة من المياه عن طريق مباشر هو التساقط ، وعن طريق التدفق السطحى أيضاً .

وكان تأثير المياه ذا شقين :ـ

الشق الأول ، يتمثل فى فعل ماء المطر المحتوى على غاز ثانى أكسيد الكربون وتأثيره فى تحليل وإذابة الصخور الجيرية والجبس والأملاح . وقد استطاعت المياه أن تنشىء كهوفاً ومجارى باطنية محدودة ما زالت تتسع وتتشعب وتسترقّ سقوفها ثم تنهار ، كما تكونت فجوات وحفر وبالوعات وكلها ظواهر تشبه ما نجده الآن فى مناطق الكارست الجيرية الرطبة . وأخذت تلك الحفر والفجوات تتسع وتتشابك، ويتصل بعضها ببعض منشئة لمنخفضات أكثر اتساعاً.

وقد كانت المواد الذائبة تغور فى الأعماق أو تجد لها طريقاً صوب الشمال خلال الطبقات الصخرية التى تميل فى ذلك الاتجاه . أما المواد المتخلفة الصلبة فكانت تتعرض للسفى بواسطة الرياح حالما تجف خصوصاً فى النصف الصيفى من السنة . وكانت عملية النحت والاكتساح بواسطة الرياح تعظم ويشتد أثرها بالطبع أثناء الفترات الجافة .

والشق الثانى ، لتأثير المياه يتمثل فى الماء الجارى . وهنا قد نستطيع تصور وجود نهر يسير مع الاتجاه العام لمحور المنخفض ، وهو غربى شرقى . ولكننا مع هذا نتصوره نهراً راكداً أو شبه راكد ، إذ أن علو الحافة الشرقية فى مثل ارتفاع الحافة الغربية . وإذا جاز لنا أن نعتبره نهراً تنصرف مياهه بالتبخر والتسرب شمالاً ، وشرقاً إلى منخفض مهايريجا Meheirija والإتلا El-Etla اللذين يليان منخفض مراده شرقاً ، فلقد كان نهر مضرب يسير مع اتجاه مظهر الطبقات . وإليه كانت تنصرف مياه عشرات بل مئات المسيلات المائية من كل الجهات ، تلك المسيلات التى تركت آثارها فى عديد من الأودية الجافة التى جرى بعضها تابعاً لميل الطبقات ، وهى الآتية من الجنوب ، أو عكس ميل الطبقات ، وهى الآتية من الشمال ، أو مع المضرب وهى الصادرة من الغرب . وإلى تلك الأودية يرجع سبب التمزق الشديد الذى أصاب هوامش الهضبة من حول قاع المنخفض .

من هذا نرى أن المنخفض قديم النشأة ، وأن تكوينه بدأ منذ انحسار البحر الميوسينى ، وأن العوامل المسؤولة عن حفره وتشكيله مع هوامش الهضبة المحيطة به تتمثل فى فعل المياه والرياح التى تناوبت التأثير فى المنطقة ، طوال فترة طويلة من الزمن امتدت من بداية عصر البلايوسين عبر عصر البلايوستوسين إلى عصر الهولوسين . ومنذ حوالى بداية الألف الثالثة قبل الميلاد ، بدأت تحل بالإقليم ظروف المناخ الصحراوى الحالية بعملياتها الجيومورفولوجية المعروفة ، وهى التى خلعت عليه اللمسات المظهرية التى يبدو بها فى وقتنا الحالى .

المراجــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٤) : الاكتساح والنحت بواسطة الرياح . مجلة كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى ، أبحاث فى الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية . بيروت .

جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر فى الصحراء الكبرى الإفريقية . بحث فى الچيومورفولوچيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب جامعة الإسكندرية .

خريطة ليبيا الچيولوچية : مقياس ١ : ٢٠٠٠,٠٠٠ نشرت عام ١٩٦٤.

لوحة مراده ، وتحمل رقـــم ١٢ من مجموعة خرائط مصر وبرقـــة مقيـــــاس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ . أنشأها الإنجليز لأغراض حربية فى نوفمبر ١٩٤٢ .

عبد العزيز طريح شرف (١٩٧١) : جغرافية ليبيا . طبعة ثانية ، الإسكندرية .

Bakker, J. P. & Other (1950) : Theory on central rectilinear recession of slopes. Kon. Neder. Akad. V. Weten. Proceedings Series B, 53, PP. 1073-1084 .

Bauling, H. (1950) : Essais de Géomorphologie. Paris .

Blackwelder, E. (1942) : The Process of mountain sculpture by rolling debris. Jour. of Geom., 5, PP. 325-328 .

Cotton, C. A. (1952) : The Erosional grading of convex and concave slopes. Geog. Jour., 118, PP. 197-204 .

Davis, W. M. (1899) : The drainage of Cuestas, Proc. Géol. Assoc., vol. 16 .

Department of Geological Researches and Mining (1970) : The

Sebkha of Marada. Transl. fr. "LEsplorazione Mineraria Della Libya" by A. Disio, Milano, 1943, PP. 170-262 .

Gilbert, G. K. (1909) : The Convexity of hilltops. Journal of Geology, 17, PP. 344-351 .

Lawson, A. C. (1915) : The epigene Profiles of the desert. Univ. of California Depart. of Geol. Publication, No. 9. PP. 23-48 .

Lawson, A. C. (1932) : Rain-wash erosion in humid regions. Bull. of the Geol. Soc. of America, 43, PP. 703-724 .

Lehmann, O. (1933) : Morphologische Theorie der Verwitterung von Steinschlagwänden. Viertel. d. Naturf. Gesell. in Zuerich, 87, PP. 83-126 .

Penck. W. (1924) : Morphological Analysis of Landforms. English transilation by H. Czech and K. C. Boswell, London 1953.

Strahler, A. N. (1950) : Equilibrium theory of erosional slopes ap-proached by frequency distribution analysis. Amer. Jour. of Sc., 248, PP. 673-696 .

Wood, A. (1942) . The development of hillside slopes. Proceedings of the Geologist's Association, 53, PP. 128-140 .

Woldstedt, P. (1953) : Das Eiszeitalter. Stuttgart .

Wurm, A. (1953) . Morphologische Analyse und Experiment Hangentwicklung, Einebenung, Piedmonttreppen, Zeitsch. für Geom. 9, PP. 57-87 .

البحث التاسع

حوض وادى القطارة بليبيا



حوض وادى القطارة

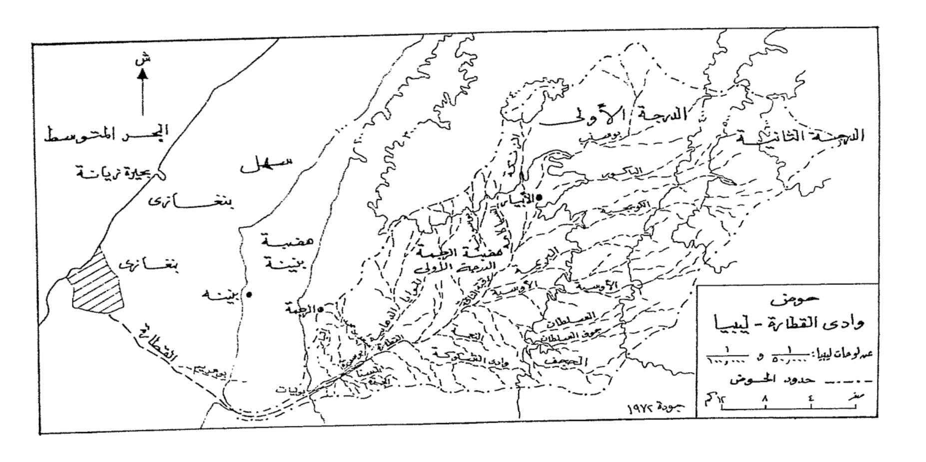
الموقــع:

يدخل الجزء الأكبـر من حـوض وادى القطارة ضـمن حـدود محـافظة بنغازى. وهو يشغل قسماً من أراضيها الشرقية الهضبية التى تشمل الجزء الغربى من الجبل الأخضر . وتقدر مساحة الحوض بنحو ١٣٥٠ كم٢ ، فيما بين خطى طول ٢٠ْ ــ ٢١ْ شرقاً ، وبين دائرتى العرض ٥٠ ٣١ْ ــ ٢٠ ٣٢ْ شمالاً تقريباً .

ويقع الحـوض فـوق الدرجتين الأولى والثـانيـة من الدرجـات الثـلاث التى يتكون منها الجبل الأخضر. وتبدأ الدرجـة الأولى من إرتفـاع ٣٠٠ متر على وجه التقريب ، وتشـرف بحافة شديدة الإنحـدار قرب البحر إلى الشـرق من طلميثة ، بينمـا تتـراجع فى الغـرب صـوب الداخل بعـيـداً عن السـاحل . وتمتـد هذه الدرجـة من المرج عبر الأبيار جنوبـاً لتختفـى بالتدريـج فى النطـاق الصحراوى (شكل ١) .

وبينما تتقارب خطوط الكنتور وتتزاحم بين ارتفاعى ١٠٠ ــ ٣٠٠ متر فى شرقى طلميثة بحيث لا يبدأ مسطح الدرجة الأولى إلا عند إرتفـاع ٣٠٠ متر ، نراها تتباعـد فى القسـم الغربى المشرف على سـهل بنغازى بالتـدريج فى اتجاه الجنوب . وابتداء من خط عرض الأبيـار ــ عين زيّانة تنفرج الخطوط فى فواصل أفقية فسيحة تاركة الفرصة لنشوء مسطحين هضبيين هما من الغرب نحو الشرق : هضبـة بنينة بين خطى كنتـور ١٠٠ ــ ٢٠٠ متـر وهضبـة الرجمـة ــ الأبيـار بين خطى كنتور ٢٠٠ ــ ٣٠٠ متر .

ويقـع نحـو ثلاثة أربـاع حـوض التـصـريف المائى لوادى القـطارة فـوق هذه الدرجـة الأولى التى تشـمل هضبـة بنينة ، وهضبـة الرجـمـة ــ الأبيـار ، ومسـاحـة هضبية واسعة تمتد شرقى الأبيار حتى خط ارتفاع ٤٠٠ متر . أما الربع الباقى من الحـوض فيـقع فـوق الدرجـة الثـانيـة التى تبـدأ من كنتـور ٤٠٠ متـر ، وتمتـد إلى منسوب ٦٠٠ متر حيث يمتد نطاق لتقسيم المياه فى أقصى الشرق (شكل١) .


حوض
وادى القطارة - ليبيا
عن لوحات ليبيا: ١/٥٠٠٠٠ و ١/١٠٠٠٠٠
حدود الحوض
صفر ٤ ٨ ١٢ كم
جودة ١٩٧٢
البحر المتوسط
ش
بحيرة زيانة
سهل
بنغازى
بنغازى
هضبة
بنينة
بنينة
الرجمة
القطارة
الدرجة الأولى
الدرجة الثانية
الأبيار
هضبة الرجمة
الدرجة الأولى
الأوسية
الأوسية
السلطان
الجحيف
وادى الشكوكة
بوعريم
بوبيات

شكل (١)

البناء الجيولوجى :

أقدم الصخور التى أمكن اكتشافها فى حوض القطارة تنتمى للعصر الكريتاسى ، وهى صخور جيرية مندمجة تكتنفها العقد السيليكية بالإضافة إلى صخور جيرية مارلية طباقية ، وينحصر وجودها جميعاً فى أعالى الحوض (تقرير مشروع الوادى ١٩٦٧) .

وترتكز الصخور الإيوسينية غير متوافقة فوق الصخور الكريتاسية ، وهى تتركب فى أعالى الحوض من صخور جيرية صلبة تحوى قليلاً من الرمال ، وتميل نحو الجنوب الغربى ميلاً هيناً بين ١° ـ ٤° . وفوقها ، فى شرقى الحوض ، ترتكز مجموعة صخرية أخرى تنتمى للإيوسين أيضاً ، لكنها تتكون هذه المرة من طبقات جيرية رملية مارلية لينة ، وتتداخل فيها مستويات من المارل وطبقات رقيقة من الصخور الرملية الجيرية ، وتميل هى الأخرى نحو الجنوب الغربى بزوايا تتراوح بين ١° ـ ٣° .

وبالاتجاه غرباً تتغطى الصخور الإيوسينية بطبقات ميوسينية تنتشر ظاهرة فوق السطح . وهى فوق هضبة الأبيار ـ الرجمة تتمثل فى صخور جيرية دولوميتية ومارلية ، لونها رمادى إلى أبيض ، وكلها صخور لينة أصابها التحلل، وتحوى بين طياتها عدسات من الجبس خاصة فى مستوياتها العليا . ويعدّن الجبس الذى ينقل لمصنع الأسمنت الحديث فى مواقع الهوارى على طريق سلوق على بعد ٩ كم جنوب بنغازى .

وتتمثل صخور الميوسين ظاهرة فوق سطح هضبة بنينة فى أحجار جيرية دولوميتية لينة نوعاً ، لم يصبها التحلل إلا قليلاً أما جزء الحوض الواقع ضمن سهل بنغازى فيتركب من صخور ميوسينية ، طبقاتها العليا المكونة من الصخر الجيرى الدولوميتى والمارلى تنتمى لأواسط الميوسين ، وطبقاتها السفلى التى تتركب من المارل الأخضر والحجر الجيرى الرملى المارلى ترجع إلى الميوسين الأسفل .

الظواهر التكتونية :

من المعتقد أن منطقة الجبل الأخضر تعانى من عملية رفع رأسية بطيئة ، بدأت منذ عصر البلايوسين ، وماتزال دائبة حتى وقتنا الحاضر . وفى أثناء مراحل الرفع نشأت نظم من الكسور الإقليمية مكونة لنطاقات ضعف فى الصخور الرسوبية اللينة . وفى نطاقات الضعف هذه تدفقت المياه سطحياً وباطنياً ، ومارست وما تزال فعلها التحاتى .

وفى مجال حوض القطارة لا يستبين من الكسور سطحياً سوى شقوق منفردة ضحلة نوعاً تملأها الرواسب الصلصالية ، وإرسابات الكالسيت ، وهى في معظم الأحيان قصيرة المدى ، ولا يتعدى امتدادها ٢٥ متراً . أما الكسور السفلى فى الطبقات الإيوسينية فهى أظهر وأعظم أبعاداً .

ولما كانت رقعة الحوض تقع ضمن إقليم غير مستقر آخذ فى الإرتفاع البطئ ، فإنها تتعرض أيضاً لهزات زلزالية بين وقت وآخر . وعلى الرغم من أن الزلزال المدمر الأخير الذى أصاب منطقة المرج (خارج حدود الحوض) فى عام ١٩٦٣ ، لم ينل مساحة الحوض بالتخريب إلا أنه يمكن اعتبارها نشيطة من الوجهة السيسمولوجية . وللزلازل أثرها فى إحداث انزلاقات أرضية وتهدل واجهات المنحدرات على جوانب الأودية .

جيومورفولوجية الحوض

١ ـ المظهر العام للسطح :ـ

يتميز حوض القطارة سواء منه الجزء الواقع فوق الدرجة الثانية والأجزاء الواقعة فوق الدرجة الأولى بسطوح مموجة تموجاً هيناً . وتقل فيه ظواهر التضرس ذات الانحدارات الشديدة . وفوق هضبة بنينة والرجمة كثيراً ما نشاهد أسطحاً منبسطة تتغطى بغطاء رقيق من الرواسب الصلصالية الحمراء أو التيراروسا . وتتميز بهذه الأسطح المنبسطة هضبة بنينة على وجه الخصوص . ففيما بين بئر بوليّات (موقع السد الثانوى على الوادى) وبلدة بنينة وإلى الشمال منها ، تمتد

الهضبة فيما يشبه سهلاً فسيحاً منبسطاً ، يبدأ من حضيض حافة الرجمة إلى كنتور ١١٠ متر بحيث لا نكاد نحس انحداراً ولا نشاهد أية انتفاخات أو بروزات أو تموجات سطحية إلا قليلاً .

وتختلف عن ذلك هضبة الرجمة . فبجانب الاستواء الذى تبدو به بعض أجزائها ، نجد السطح مموجاً فى هيئة ربوات مستديرة القمم هينة الانحدار ، وتحيط بها وتنحصر بينها منخفضات فسيحة ضحلة هينة انحدار الجوانب أيضاً . وحين نقطع الهضبة فى إتجاه شمالى جنوبى نعبر العديد من مجارى الأودية الجافة التى تأخذ مسالكها اتجاهاً عاماً من الشرق نحو الغرب . ومجارى الأودية ضحلة هينة انحدار الجوانب فوق الهضبة ، لكنها تشتد عمقاً حين ينشط النحت الرأسى فى اتجاه الغرب إذ تأخذ فى الهبوط من نطاق حافة الرجمة إلى هضبة بنينة .

وفى ظروف المناخ الشبه جاف الحالى وبتأثير التغيرات الحرارية والمياه السطحية الفصلية ، تتحلل أسطح الصخور ببطء ، وتتحول إلى صلصال أحمر . والعملية ليست متساوية التأثير فى نطاق الحوض فهى تتنوع فى كثافتها ، ويمكن أن نشاهد تدرجات من الصخور الجيرية الدولوميتية النقية التى تبرز عارية فى بعض المواضع خصوصاً فوق الربوات وعلى منحدراتها وعلى جوانب الأودية ، إلى النتاج النهائى لعمليات التحلل فى التيراروسًا التى نجدها مستقرة فى بطون المنخفضات .

وما دام حوض القطارة يتميز بسطوح هينة التموج ، وتقل فيه ظواهر التضرس ذات الانحدارات الشديدة فإنه يمكن القول عامة بأن أرضه المكونة من صخور جيرية تتغطى بغشاء رقيق من الفتات الصخرى المتحلل ومن التيراروسًا . ويعظم سمك التيراروسًا فى التجاويف الكبيرة حتى ليصل إلى ثلاثة أمتار وأكثر فى بطونها .

وتمارس الرياح فعلها كعمل تعرية . كما أن فعل التعرية المائية مؤثر ، رغم فصلية الأمطار وقلتها نسبياً (٢٥ ـ ٤٠ سم) . ويتميز المطر بسقوطه فى هيئة وابل ، ولذلك فإن الجريان السطحى سريع رغم قصر أمده . وهو المسؤول عن نقل حبيبات الصلصال والرمل إلى مجارى الأودية الرئيسية حيث يتم ترسيبها فى

قيعانها وعند مخارجها . كما أن للجداول الصغيرة وزحف التربة أهميتها فى تدفق المواد على جوانب الروابى إلى المنخفضات والتجاويف المحيطة بها .



شكل (٢) : هضبة الرجمة :

يتميز سطح بعض أجزاء هضبة الرجمة بالاستواء ، وبعضها الآخر بتعاقب ربوات ومنخفضات . ويظهر فى مؤخرة الصورة حوض ضحل مزروع تغطى أرضه التربة الحمراء

٢ ـ ظواهر الكارست :

يمكن القول أن خطوط الكسور ونطاقات الضعف الإقليمية المشار إليها كانت بمثابة مسالك مسبقة جرت فى اتجاهاتها المياه السطحية ومن بعدها المياه

الجوفية . وبمقتضاها نجد الشبكة الهيدروجرافية ذات توجيه منظم يتمشى مع المجارى الرئيسية فى اتجاه عام شمالى شرقى ـ جنوبى غربى .

وحين نبدأ بالشرق وبحضيض حافة الدرجة الثانية ، نلحظ نطاق ضعف يمتد من إقليم « المرج » إلى « الأبيار » وعبرها جنوباً بغرب . وعلى امتداد هذا التكوين كان من السهل على المياه السطحية أن تتداخل وتتسرب بسهولة فى تكوينات الصخور الجيرية اللينة ، وتعمل على تحليلها وإذابتها ، ومن ثم أنشأت حقلاً كارستياً ضخماً فى منطقة المرج ، كما كونت حقلين آخرين كبيرين قرب الأبيار .

ويتبع حقلا الأبيار حوض وادى القطارة . وهما حقلان مستطيلان كبيران يمتدان على إمتداد كسرين اتجاههما العام شمالى شرقى ـ جنوبى غربى . وفى مراحل تكوينهما الأولى كان لتسرب المياه السطحية الأهمية الكبرى فى نمو هاتين الظاهرتين الكارستيتين . وقد إضمحل الآن تأثير المياه السطحية بعدما غطّى الحقلان بغطاء سميك من الرواسب الصلصالية الحمراء ، ولذلك فقد تناقص تسرب المياه إلى أدنى حد ، وأصبح للجريان السطحى والبخر أهميتهما فى الموازنة المائية للمنطقة .

ولا شك أن نظم الكسور الإقليمية التى نشأت بتأثير رفع الجبل الأخضر لها أهميتها الخاصة فى نمو ظاهرات الكارست . ففى الصخور الجيرية الإيوسينية والميوسينية اللينة ، كان يكفى أن تتفتح أصغر الكسور لكى تختفى المياه خلالها بسرعة محللة ومذيبة للجير ، ومن ثم توسيع الثغرات والفتحات والشقوق ، وتشكلها فى قنوات وكهوف .

ويمكن القول أن نفاذية صخور الحوض من نمطين من حيث النشأة : أولهما يتمثل فى مسامية الصخر الجيرى كعنصر أساسى فى بنائه ، ويعززها أن قسماً عظيماً من تلك الصخور ، خصوصاً منها المكونة لهضبة الرجمة يدخل فى تركيبها نسبة كبيرة من الأصداف البحرية التى منحت الصخر نسيجاً مسامياً اسفنجياً . والنمط الثانى يتمثل فى الفواصل التى تنتظم فى مجموعات تتعامد على سطوح الانفصال الطبقى بالإضافة إلى الكسور والشقوق التى أنشأتها حركة

الرفع التكتونية . ولذلك فإن الصخور الجيرية اللينة التابعة لعصرى الإيوسين والميوسين تعمل كموصل جيد للماء الباطنى .

وينتشر وجود الشقوق السطحية فى أراضى الحوض . وهى وإن كانت قليلة الأبعاد ، ولا تتعمق فى الصخر لأكثر من بضعة أمتار قليلة ، لا تزيد على خمسة، إلا أن أهميتها الكبرى تتمثل فى أنها بمثابة المجمعات الأولى للمياه السطحية التى ما تلبث أن تغور وتجد لها مسالك خلال الكسور التكتونية والتراكيب الصخرية المنفذة .

وبالإضافة إلى الحقلين الكارستيين المشار إليهما فى مشارف الأبيار ينتشر وجود الحفر الكارستية . وأكبرها ما شاهدناه فى مشارف وادى « الدّهابية » وهو الرافد الأيمن لوادى القطارة ، خصوصاً فى الجزء الأدنى من المساحة الواقعة أمام موقع سيدى بوسديرة (موقع السد الرئيسى) ، وفيما بين الوادى وبلدة الرجمة) ، ثم فى منطقة تقسيم المياه الشمالية وفى عدة مواقع على جانبى الطريق بين الرجمة والأبيار . وهناك بعض من تلك الحفر الكبيرة فيما بين الطريق المشار إليه ووادى القطارة الرئيسى . ويبدو أن الحفر الصغيرة نسبياً إنما نشأت عن طريق إذابة الماء السطحى وشكلها قمعى فى الأغلب الأعم ، فهى من نوع الدولينا Dolinas. أما الحفر الكارستية الكبيرة فقد نشأت على ما يظهر نتيجة لتدهور أسقف قنوات وكهوف باطنية فى تلك المواضع ، ومثلها حفر الأبيار .

وتعتبر الأشكال الكارستية التى سبق ذكرها مثالية للصخور الجيرية الدولوميتية اللينة التى يتركب منها القسم الأكبر من حوض وادى القطارة . أما الصخور الإيوسينية فى القسم الشرقى من الحوض فإنها تكاد تخلو من الأشكال الكارستية السطحية ، وكل ما يمكن أن يشاهد فيها مجرد ثقوب وشقوق قصيرة الأبعاد .

هذا ويخلو الحوض من وجود بالوعات Swallow-holes ذات أهمية كبيرة فى تسرب المياه وفقدانها . وفى قاع الجزء الأدنى من وادى القطارة وإلى الشرق من مدينة بنغازى توجد بعض من الكهوف والبالوعات الصغيرة خلالها تتسرب المياه بكميات صغيرة نسبياً ، ولكنها على أى حال ليست بالبالوعات المثالية .

وادى القطارة

يبلغ طول وادى القطارة الرئيسى بقسمه الأعلى المسمى « رقبة النّاقة » حتى مصبه فى البحر جنوب مدينة بنغازى نحو ٥٢ كم (شكل ١) . وإذا نظرنا إلى الخريطة (شكل ١) سنجد امتداداً له فى رافده الكبير « الباكور » الذى يبلغ طوله (مقاساً على الخريطة) أكثر من ٣٠ كم .

وللوادى أهميته ، فهو أطول الأودية التى تنصرف نحو الغرب ، وأحد واديين ينجحان فى عبور سهل بنغازى ويصلان إلى البحر (الثانى هو وادى السلايب ويصب فى البحر جنوب توكره) . وأهم من هذا وذاك شهرته بفيضاناته الخطرة . ففى بعض السنين التى تتميز بغزارة المطر ، تتدفق المياه فيه سريعة عارمة ، وتصل إلى المناطق السكنية بمدينة بنغازى فتصيبها بأضرار جسيمة . وقد تكررت هذه الفيضانات فى أعوام ١٩٣٨ ، ١٩٥٤ ، ١٩٦١ ، ١٩٦٧ .ولهذا فقد نشأت فكرة إنشاء سدين على الوادى : الرئيسى منهما عند موقع سيدى بوسديرة ، والثانوى عن موقع بئر بوليات . وقد تم إنشاؤهما فى فبراير ١٩٧٢ . ووظيفتهما خزن المياه لوقاية مدينة بنغازى من أخطار الفيضانات ، ثم الاستفادة من المياه المخزونة للرى والزراعة فى محيط كل من بلدة بنينة ومدينة بنغازى ، وذلك عن طريق تغذية وإنماء الماء الباطنى من جهة ، وبالمياه السطحية التى يتم حجزها أمام السدين من جهة أخرى . وقد أنشئت سبعة سدود فرعية عند مخارج الروافد الرئيسية للوادى ، ووظيفتها تعطيل تدفق المياه إلى مجرى الوادى الرئيسى ، والإقلال من ورود الرواسب إلى بحيرة التخزين أمام السد الرئيسى .

وترفد الوادى أودية عديدة تتباين فى أطوالها (شكل ١) . وهى فى الجزء الأعلى من الحوض تجرى فوق أرض شديدة الانحدار نسبياً وتتركب فى معظمها من صخور المارل . ولهذا نجد الأودية عميقة شديدة انحدار الجوانب ، إذ غالباً ما تصل درجة الانحدار إلى ٣٠ْ وأكثر . وفوق هضبة الرجمة يجرى الوادى وروافده فوق أرض جيرية دولوميتية مارلية هينة الانحدار نوعاً (شكل ١ ، لاحظ الفاصل الأفقى بين كنتورى ٣٠٠ ـ ٢٠٠ متر على امتداد الوادى من جنوب الأبيار

حتى قرب بوسديرة) ، ولهذا نرى قيعان الأودية ، ومنها قاع الوادى الرئيسى ، ضحلة هينة انحدار الجوانب (نحو ١٠°) . أما حيث يجرى وادى القطارة قاطعاً حافة الرجمة إلى هضبة بنينة فإن المياه قد استطاعت قطع الصخر ونحره فى هيئة خانق عميق يصل عمقه إلى نحو ١٢٠ متراً .

وتتكون حمولة القاع فى الجزء الأعلى من الوادى حيث الانحدار أكبر من تكوينات خشنة من الحصى المستدير وشبه المستدير ، بالإضافة إلى حبيبات صخرية جيرية أصغر حجماً . وحيثما يقل الانحدار تحل المواد الرملية الحصوية محل التكوينات الخشنة التى تتحول فى الجزء الأوسط إلى مواد صلصالية . وإلى هذا الجزء تأتى كميات كبيرة من المواد الطينية عقب سقوط الأمطار تجلبها إليه مياه السيول .

وإلى الغرب من موقع بوسديرة مباشرة يغطى قاع الوادى غطاء سميك من الرواسب الطينية الغرينية القليلة اللزوجة يصل سمكه إلى أكثر من ٨ متر ، وهو يرتكز على طبقة سميكة تتركب من رواسب غير متجانسة من الطين الرملى المختلط بالحصى والحصباء .

وفى الشقة المحصورة بين موقعى بوسديرة وبوليات حيث يشتد انحدار الوادى الرئيسى وتعظم انحدارات الروافد المنصرفة إليه ، نجد حمولة القاع خشنة جداً . وهى ترى متراكمة فى هيئة مخروطات عند مصبات الروافد ، وتتركب من حصى كبير الحجم وكتل صخرية يتراوح قطرها بين نصف متر ومترين . والحصى ردئ الاستدارة إلى شبه مستدير ويصل قطره إلى نحو ٣٠ سم ، وتختلط به كثير من المواد الطينية والغرينية . وحين نتتبع مجرى الوادى الرئيسى بعد موقع البوليات خلال هضبة بنينة نلاحظ قلة تدريجية فى وجود رواسب حمولة القاع ، ويضمحل وجودها إلى حد كبير جنوب غربى الموقع المذكور بنحو ٤ كم .

وتتميز جوانب الوادى الرئيسى فوق هضبة الرجمة بكثرة وجود الظواهر الكارستية . فهناك عدد كبير من التجاويف والحفر والكهوف . ويرتبط وجودها بشقوق وكسور ضحلة توازى جوانب الوادى ، وعلى امتدادها تمارس المياه فعلها فتحلل الصخر الجيرى منشئة لتلك الظواهر . وقد أمكن فى بعض المواضع التعرف

على بقايا عدسات من صخر الجبس الذى أذابته مياه الوادى ، ونشأ مكان تلك العدسات عدد من الكهوف . وكل هذه الأشكال الكارستية صغيرة الأبعاد ، فأعماق الكهوف لا تزيد على ١٠ متر . وتخلو جوانب الوادى التى تتركب من الصخر الجيرى الدولوميتى المندمج من مثل هذه الظاهرات اللهم إلا من بعض الشقوق الضحلة .

ويتميز وادى القطارة الرئيسى حتى قرب موقع بوسديرة بانحدارات هينة . ويبدو أن الكسور والشقوق الصخرية هى التى حدّدت مسلك المجرى ونحر الوادى منذ البداية . ويتباين عرض الوادى من جهة لأخرى فهو على بعد نحو ١٥ كم شرقى بوسديرة يصل عرضه إلى ٥ كم ، وإلى الغرب من ذلك بنحو ٣ كم يضيق إلى ١,٥ كم ، ثم يأخذ فى الضّيق تدريجياً بالاتجاه غرباً حتى نصل إلى بوسديرة فيصل العرض إلى ٥٥٠ مترا. ويتميز رافده الأيمن المعروف باسم « المولايا - الدهابية » والذى يتصل به قرب موقع بوسديرة بنفس الصفات ، فهو الآخر عريض فى أعاليه وأواسطه (بين ١ - ١,٣ كم) ، ثم يضيق على بعد ٣ كم من مصبه حيث يبلغ اتساعه ٦٠٠ متر ، ثم ينكمش إلى ٥٠٠ متر . ومثل هذا يقال أيضاً عن وادى « المسنا » الذى يصب فى وادى القطاره من جانبه الأيسر شرقى مصب الدهابية بقليل .

ويمكن تفسير هذا الاختلاف فى سعة الوادى الرئيسى وروافده بالتباين فى قدرة عمليات التعرية المائية فى طبقات من الصخور الجيرية التى تتفاوت فى درجة صلابتها ومقاومتها . ففى الأجزاء العليا والوسطى من مسالك الأودية فوق هضبة الرجمة تجرى المياه فوق نطاق صخرى يتركب من الحجر الجيرى الدولوميتى المندمج . وما دامت الانحدارات هنا أيضاً هينة فإن المياه لا تقوى على النحت الرأسى ، ولهذا نجد قيعان الأودية ضحلة وعريضة ، ويبدو أن النحت الجانبى كان وما يزال أنشط وتؤازره عمليات الإذابة فى مستويات الضعف التى تتمثل فى سطوح الانفصال الطبقى على الخصوص . ويبدو أيضاً أن أثر التجوية فعال ، فمنحدرات جوانب الأودية هينة لا تزيد فى العادة على ١٥° .

وبالاتجاه نحو أدنى الرواقد ، ونحو موقع بوسديرة على الوادى الرئيسى تنحر المياه هذه المرة فى طبقات سفلى من الصخر الجيرى المارلى الدولوميتى وبدخول

المارل كعنصر مكون للصخر فإنه يمنحه الليونة والضعف ، بالإضافة إلى زيادة ملحوظة فى الانحدارات ، ولهذا وذاك ينشط النحت الرأسى ويزداد وضوحاً ، وتبدأ الأودية فى اتخاذ شكل الخوانق التى يشتد انحدار جوانبها حتى لتصل فى الجوانب المقعرة من منعطفات الشباب إلى أكثر من ٣٠° .

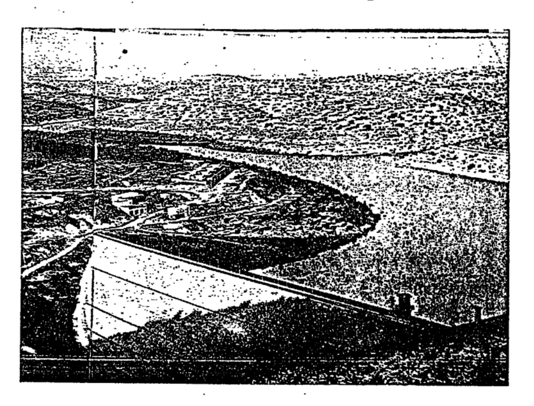
وفى الشقة المحصورة بين موقع السد (بوسديرة) وموقع السد الثانوى (بولّيات) والتى يبلغ طولها على امتداد الوادى زهاء ١١ كم مهدت الشركة التى انشأت السدين طريقاً على امتداد الوادى يصل بين الموقعين . ومن ثم أمكن تتبع الوادى ودراسته دراسة تفصيلية فى مسلكه هذا بالإضافة إلى جزء يسير غربى السد الثانوى .

يصنع وادى القطاره ستة منعطفات فى الشقة المحصورة بين بوسديرة وبولّيات ، وهى كلها منعطفات شباب . وينحنى الوادى أمام موضع السد الرئيسى صوب اليمين ، ثم ينثنى فجأة جهة اليسار خلف السد . والجانب الأيسر فى هذا المنعطف يمثل القوس المقعر حيث يشتد النحت والانحدار ، بينما الجانب الأيمن يمثل القوس المحدب الهين الانحدار (شكل ٣) .

وتتركب جوانب الوادى من صخور جيرية دولوميتية تنتظم فى طبقات سميكة أفقية ، وهى صخور مسامية لينة ، وتحوى الكثير من الحفريات التى عززت من خاصية نفاذيتها ، كما أنها تبدو متحللة إلى حد كبير . وعلى كلا جانبى الوادى يستبين مظهر طبقة سميكة نوعاً بين ارتفاعى ٢٣٠ ــ ٢٤٥ متر على وجه التقريب ، وتتركب من صخور المارل الجيرية اللينة السيئة الطباقية .

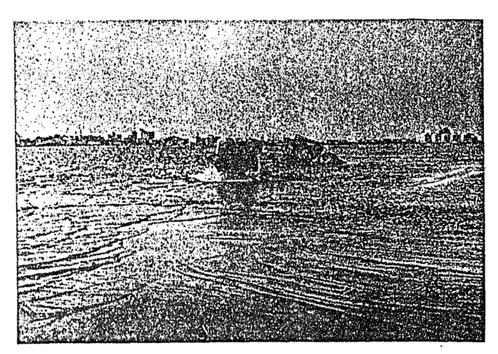
وتتراوح انحدارات الجانب الأيمن بين ١٠ ـ ١٥° ، بينما يشتد الانحدار على الجانب الأيسر المقعر ، ويتراوح فى مختلف أجزائه بين ١٥ ــ ٣٠° . وتبدأ كل منحدرات منعطفات الوادى سواء منها الأقواس المحدبة والمقعرة فى أعاليها بتحدب ظاهر ، ثم تستقيم فى قسمها الأوسط وتتقعّر عند أسافلها . ويرجع التحدب العلوى هنا إلى ظروف التضرس وطبيعة الصخر الجيرى ومعاناته لأحوال مناخية شبه جافة . ففى أثناء الصيف الطويل الجاف تنشط عمليات التجوية الميكانيكية ، وتؤازرها التجوية الكيميائية بحلول الفصل الرطب . وإن أية زاوية

يصنعها صخر متجانس التركيب وهو الصخر الجيرى فى حالتنا هذه ، وتغزوها التجوية من جانبيها تتحول بالتدريج إلى هيئة محدّبة . يضاف إلى ذلك عمليات زحف التربة التى تنشط شتاء حين يتساقط المطر ، وتتحرك مكونات التربة نحو قاع الوادى . ولا شك أن استمرار انكشاف الصخر المكوّن لأعالى المنحدر يعرضه لعمليات التجوية فيتراجع ويستدير .

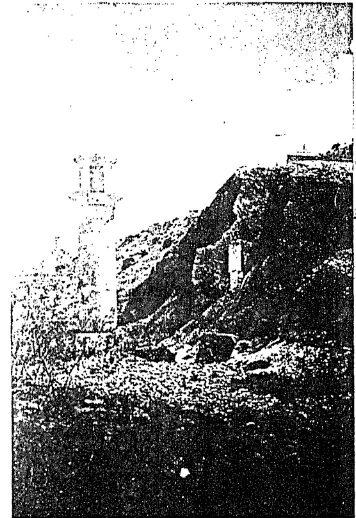


شكل (٣) وادى القطارة عند موقع بوسديرة (السدّ الرئيسى) .
منعطف الوادى أمام السد الرئيسى . الجانب المحدب الهيّن الانحدار جهة اليسار.

وظاهرة الأجزاء المستقيمة من منحدرات الوادى صفة تميزة كغيره من الأودية التى تجرى خلال تضاريس مرتفعة . وهى تنشأ عن طريق تراجع المنحدرات، ويغطيها غطاء رسوبى رقيق يعرقل عمليات التعرية . بينما قد نشأ التقعر السفلى لمنحدرات جوانب الوادى بفعل الجداول المائية التى تتلاحم وتمارس تأثيراً نحاتياً وناقلاً .



(٤) فيضان وادى القطارة عام ١٩٦١ والذى أدى إلى إغراق حيّ الكيش بمدينة بنغازى

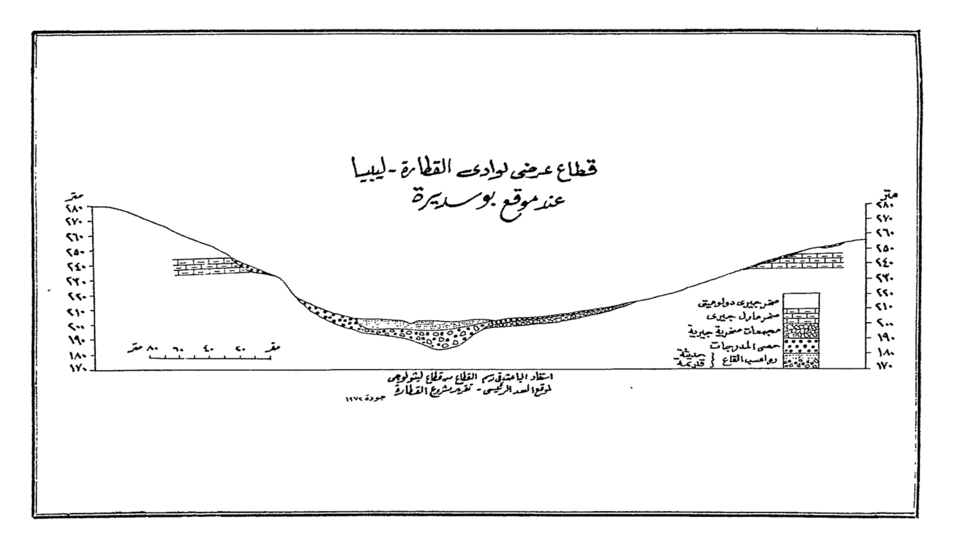


شكل (٥) سدّ وادى القطارة الثانوى الذى انهار عام ١٩٧٧ بفعل الفيضانات .

وابتداء من أعلى منحدر الجانب الأيسر للوادى عند موقع بوسديرة ينحدر السطح بزاوية مقدارها ٢٥ْ حتى منسوب ٢٤٥ مترا . وعلى الجانب الأيمن وحتى نفس المنسوب يتضاءل الانحدار إلى ربع هذا القدر . ويمكن للمشاهد أن يرى عدداً من حزوز التعرية المائية متوازية ، ويستطيع أن يميزها من بعيد بخطوط من النبات تنمو على امتدادها فى تربة صلصالية رقيقة (شكل ٦) ويبدو على الجانب الأيسر فيما بين منسوبى ٢٤٥ ـ ٢٣٠ متر نطاق تعرية مائية واضح ، ويتفق وجوده مع مظهر طبقة المارل الجيرية اللينة . ويفترش هذا النطاق أو هذه المصطبة غطاء بلايستوسينى رقيق من الرواسب غير المتجانسة التى تتركب أساساً من الصلصال الأحمر . الذى تتداخل فيه كتل من الصخر الجيرى مختلفة الأحجام ، ويتراوح سمك هذا الغطاء بين ١ ـ ٣ متر (شكل ٧) .



شكل (٦) فيضان وادى القطارة عام ١٩٧٧ والذى انهار بسببه سدّ القطارة الثانوى .


قطاع عرضي لوادي القطارة - ليبيا
عند موقع بوسديرة
متر
٢٨٠
٢٧٠
٢٦٠
٢٥٠
٢٤٠
٢٣٠
٢٢٠
٢١٠
٢٠٠
١٩٠
١٨٠
١٧٠
صخر جيري دولوميتي
صخر مارل جيري
مجمعات صخرية جيرية
حصى المدرجات
رواسب القاع { حديثة قديمة
٠ ٢٠ ٤٠ ٦٠ ٨٠ متر
استناداً إلى القطاع الليثولوجي لموقع السد الرئيسي - تقرير مشروع القطارة
جودة ١٩٧٢

شكل (٧)

ويصعب التعرف على ما يقابل هذه المصطبة على الجانب الأيمن ، فهنا يبدو سطح مظهر الطبقة المارلية الجيرية مستقيماً ، ويتغطى بطبقة متقطعة رقيقة من نفس الرواسب يتراوح سمكها بين ٢٠ ـ ٤٠ سم . وبينما يواصل الجزء المستقيم من منحدر الجانب الأيمن للوادى استمراره بغطائه البلايوستوسينى الرقيق حتى منسوب ٢١٧ متر ، نرى قطعاً شديد الانحدار على الجانب الأيسر للوادى ابتداء من منسوب ٢٣٠ متر وحتى منسوب ٢١٧ متر ، وعلى امتداد القطع يبدو الصخر الجيرى مكشوفاً عارياً تماماً (شكل ٧) .

وابتداء من أسفل القطع وحتى منسوب ٢٠٢ متر تقريباً يتضح وجود مصطبة يتراوح عرضها بين ٢٥ ـ ٤٠ متر وتمتد بطول الجانب الأيسر من الوادى . وتتركب تكويناتها من رواسب بلايوستوسينية يبلغ أقصى سمك لها زهاء ٦ متر ، وهى تتركب من خليط من الصلصال والرمل والحصى ، ونسبة الصلصال أكبر وتتداخل فيها كتل صخرية جيرية متفاوتة الأحجام . ولا تظهر تكوينات هذه المصطبة على الجانب الأيمن إلا بسمك ضئيل ، لا يزيد على ٧٠ سم ، وترتكز هنا على طبقة من المجمعات الصخرية الجيرية المحمرة (الصلصال الأحمر هو المادة اللاحمة) يبلغ سمكها نحو ٥ م (شكل ٧) .

وفوق قاع الوادى تراكمت كميات ضخمة من الرواسب النهرية بسمك يتراوح بين ٤ ـ ١٧ متر . وهى تبدأ من أسفل بتكوينات حصوية وصلصالية تتداخل فيها كتل جيرية ، وترتكز جميعاً على الأساس الصخرى الجيرى . ويعلو هذه التكوينات غطاء من الرواسب النهرية الحديثة يتراوح سمكه بين ٢ ـ ٦ متر ، وفيه ينحر القطارة مجراه الحالى إلى عمق يتراوح بين ١ ـ ٣ متر (شكل ٧) .

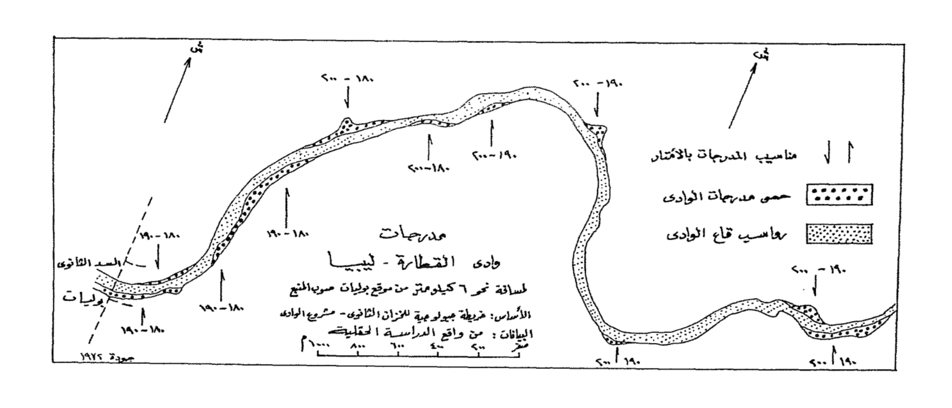
وينحدر قاع الوادى على امتداد مسافة نحو ١١ كم فيما بين بوسديرة وبولّيات من ارتفاع ٢٠٢ متر إلى ارتفاع ١٥٥ متر تقريباً ، بمتوسط انحدار قدره ٤٫٧ متر لكل كيلو متر . ويعظم الانحدار قرب بولّيات حتى ليبدو الوادى فى هيئة خانق يصل عمقه إلى ١٢٠ متراً . وتتميز الصخور الجيرية المكونة لجوانب الوادى فى هذه الشقة بكثرة التكسر والتشقق . وتمتد الشقوق موازية لامتداد

جوانب الوادى . ويبدو أن المسلك الرئيسى الذى اتخذه التدفق السطحى فى الأصل قد سار على امتداد كسور مشابهة . ومع هذا فإننا لا ينبغى أن ننكر فعل الماء فى طبقات من الصخور الجيرية المتفاوتة الصلابة والمقاومة . ويشتد انحدار الجوانب بالاتجاه نزلاً نحو بولّيات . وهو انحدار هين على منحدرات الثنيات المحدبة (بين ١٠ ـ ٢٠°) وشديد على منحدرات الثنيات المقعرة (بين ٢٠ ـ ٣٥°) .

ومن الممكن رؤية مكونات انزلاقات أرضية فى أكثر من موضع ولكنها محدودة . وظواهر تحركات المواد على جوانب منحدرات الوادى شائعة نسبياً خصوصاً فوق منحدرات المنحنيات المقعرة . ويفترش قاع الوادى غطاء رسوبى يرق بالاتجاه نزلاً نحو المصب نظراً لازدياد درجة الانحدار فى هذا الاتجاه واشتداد قدرة التعرية المائية . وهو يتركب عموماً من حبيبات صلصالية تختلط بها كميات كبيرة من الحصى والحصباء وتتداخل فيها كتل من الصخر الجيرى .

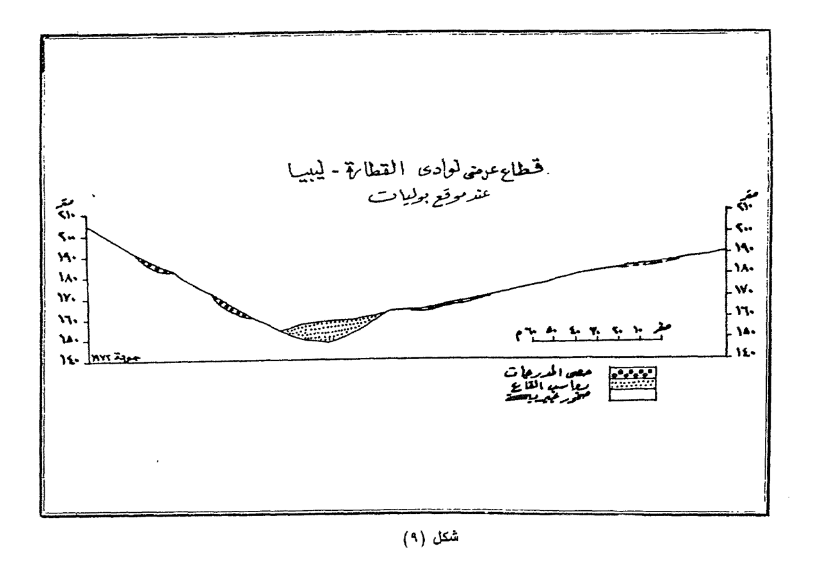
وقد أمكن تتبع عدد من أجزاء مدرجات نهرية قديمة فيما بين منسوبى ١٨٠ ـ ٢٠٠ متر (شكل ٨) وهى تظهر بوضوح حيثما وجدت أماكن مناسبة لحفظ تكويناتها . ويتكرر وجودها على جانبى الوادى فى كل الشقة المحصورة بين بوسديرة وبوليات . وتظهر قطوع هوامش المدرجات فى حالة جيدة فى كثير من الأماكن بارتفاع يتراوح بين ٣ ـ ٤ متر ، ولكنها فى أماكن أخرى تبدو مشوشة وغير واضحة وتختفى هنا وهناك فلا تكاد تبين (شكل ٨) . وأكبر مصطبة أمكن تتبعها تقع بدايتها على الجانب الأيسر من الوادى على بعد نحو ١٢٠٠ متر شرق بوليات ، ويتفاوت اتساعها ووضوح حافتها من موضع لآخر على امتداد طولها الذى يبلغ زهاء ٨٠٠ متر ، ثم تختفى وتعود للظهور مرة أخرى على جانبى الوادى ، وارتفاعها بين ١٨٠ ـ ١٩٠ متر . وتتركب رواسب المدرجات من الحصى والحطام الصخرى الجيرى ، والحصى شبه مستدير وبعضه سئ الصقل والاستدارة .

وتتميز روافد الوادى فى هذا الجزء من حوضه بانحدارات كبيرة ، وتجرى فيها المياه بسرعة كبيرة عقب هطول الأمطار الغزيرة وتكتسح معها كميات كبيرة من المواد الصلصالية والحصى والحطام الصخرى .



مدرجات
وادى القطارة - ليبيا
لمسافة نحو ٦ كيلومتر من موقع بوليات صوب المنبع
الأساس: خريطة جيولوجية للخزان الثانوى - مشروع الوادى
البيانات: من واقع الدراسة الحقلية
مناسيب المدرجات بالأمتار
حصى مدرجات الوادى
رواسب قاع الوادى
السد الثانوى
بوليات
جودة ١٩٧٢

شكل (٨)


قطاع عرضي لوادي القطارة - ليبيا
عند موقع بولبات
متر
٢١٠
٢٠٠
١٩٠
١٨٠
١٧٠
١٦٠
١٥٠
١٤٠
صفر ١٠ ٢٠ ٣٠ ٤٠ ٥٠ ٦٠م
حصى المدرجات
رواسب القاع
صخور جيرية

شكل (٩)

وعند مصباتها فى الوادى الرئيسى ، وعلى مناسيب تضاهى مناسيب المدرجات النهرية القديمة السالفة الذكر توجد بقايا مخروطات رسوبية قديمة يبلغ سمك طبقاتها أكثر من ٦ متر ، وتتركب من مواد غير متجانسة من الحصى والحطام الصخرى المختلط بالصلصال ، وكلها تبدو متآكلة من تأثير عمليات التجوية ، وتغطيها طبقة رقيقة أحدث من الصلصال والحصى .

ويضيق قاع الوادى عند بئر بوليات فلا يتعدى اتساعه ٦٠ متر (شكل ٩) . وهو هنا عند نطاق مخرجه من هضبة الرجمة إلى هضبة بنينه يصنع منعطفاً صغير الحجم نوعاً ، جانبه الأيمن هين الانحدار (نحو ١٠°) ، وجانبه الأيسر شديد الانحدار (٣٥°) . وبالإضافة إلى بقايا رقيقة السمك لمصطبتين متقابلتين على الجانبين بين منسوبى ١٩٠ ـ ١٨٠ متر ، يوجد نطاق تعرية على الجانب الأيسر بين منسوبى ١٧٠ ـ ١٦٠ متر يغطى بغطاء سميك من الرواسب يمثل مصطبة أحدث . وقد شقت شركة مشروع القطارة خندقاً على امتداد عرض المصطبة بلغ طوله ٢٠ مترا وعمقه ٣ متر للتعرف على ليثولوجية التكوينات وتبين أنها تتركب من صلصال رملى يختلط بالحصى والحطام الصخرى الجيرى . والتكوينات فى معظمها هشة ضعيفة التماسك ومتحللة متآكلة بفعل التجوية . ويقابل هذه المصطبة على الجانب الأيمن مصطبة على نفس المنسوب هينة الانحدار وتتغطى بغطاء رقيق من الصلصال والرمل والحصى . ومن الممكن الوصول إلى الصخر الجيرى الأساسى ورؤيته على امتداد هذا المنحدر الأيمن بالحفر الضحل ، بل إنه ليبدو مكشوفاً فى أكثر من موضع .

وابتداء من منسوب ١٦٠ م على الجانب الأيمن ومنسوب ١٥٥ م على الجانب الأيسر يفترش قاع الوادى غطاء رسوبى يزداد خشونة بالعمق ويبلغ أقصى سمكه ٩ متر ، ويرتكز على الأساس الصخرى الجيرى الدولوميتى اللين . وفيه تشق المياه حين سقوط المطر مجرى أشبه بخندق قائم الجوانب عمقه يصل إلى ٢ متر .

ويمتد قاع وادى القطاره بين بوليات وحوش الهوارى فوق أرض تتركب من الصخور الجيرية الميوسينية التى أصابتها العمليات الكارستية بقدر معتدل . وعلى كلا جانبى الوادى عند مخرجه إلى هضبة بنينه وحتى مسافة تقرب من ٢ كم غرباً توجد بقايا مروحة رسوبية تتركب من تكوينات غير متجانسة من الصلصال والحصى والحطام الصخرى وتمتد شمالاً وجنوباً بين كنتورى ٢٠٠ ـ ١٧٠ متر .

ويسير وادى القطارة فوق هضبة بنينة وسهل بنغازى إما فوق أرض صخرية أو حصوية ، أو يخترق أراضى تتركب من التيراروسّا ، والأخيرة تبلغ سمكاً كبيراً خصوصاً على جانبه الأيسر . ويبدو من المجسات التى أجرتها شركة القطارة فى الشقة الممتدة من حوش الهوارى حتى الساحل أن تكوينات التيراروسا تصل إلى سمك أقصاه ٧,٥ متر . وفى مواقع الهوارى شاهدنا محجراً يستغله مصنع الأسمنت وفيه يبلغ سمك طبقة التيراروسّا ٦ متر وترتكز على أساس من الصخر الجيرى الميوسينى الناصع البياض .

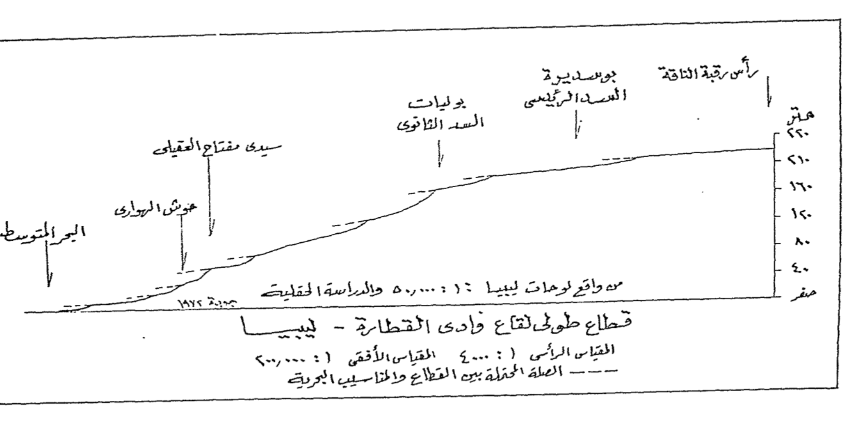
وعلى الرغم من صعوبة التعرف على تكوينات مدرجات قديمة فى هذه المسافة من مجرى الوادى ، إلا أنه يتضح وجود بقايا مروحة رسوبية قديمة يجرى تجديدها باستمرار بواسطة الوادى عند حضيض حافة هضبة بنينة . وعند منسوب ٦٠ متر حول سيدى مفتاح العقيلى تنتشر تكوينات حصوية خشنة ، وفيما بين منسوبى ٤٥ ـ ٣٥ م توجد رواسب نهرية حصوية حفرت فيها شركة القطارة مجساً يستبين منه أن سمك تلك الرواسب يصل إلى ٢,٥ م . وفى النطاق الساحلى وعند منسوب ٨,٥ م حفرت الشركة مجساً آخر وصل بعد سمك من التيراروسّا بلَغ نحو ١,٥ م إلى تكوينات بحرية من الصخر الرملى الليّن ، والصلصال الرملى سمكها حوالى ٧ م ، وترتكز عند منسوب البحر على مارل أزرق صلب ميوسينى العمر .

من هذا العرض السابق يتبين لنا بوضوح وجود ٩ مدرجات نهرية تقع على جوانب الوادى الرئيسى ابتداء من قسمه الأعلى المعروف باسم « رقبة الناقة »

حتى مصبه فى البحر (انظر الجدول رقم ١) . ولكى نستكمل الدراسة رسمنا قطاعاً طولياً لقاع الوادى الرئيسى من واقع لوحات ليبيا ١ : ٥٠,٠٠٠ ثم صغرنا القطاع إلى ١ : ١٠٠,٠٠٠ ثم إلى ١ : ٢٠٠,٠٠٠ فى محاولات لاستكشاف نقط تجديد الشباب ومقارنتها بمناسيب المدرجات النهرية . (شكل ١٠) . ومن القطاع تظهر تسع نقط واضحة عند المناسيب التالية على التوالى : ٢١٠ م ، ١٩٠ م ، ١٧٠ م ، ١٣٠ م ، ٨٠ م ، ٦٠ م ، ٤٠ م ، ٣٠ م ، ١٠ م . وعلى الرغم من أن نقاط تجديد الشباب على القطاع الطولى لنهر ما تعتبر مشيراً لتغيّر فى مستوى القاعدة ، وهو بالنسبة لوادى القطارة منسوب البحر ، إلا أنه يستحيل الاعتماد عليها وحدها نظراً لصعوبة التعرف على قوس القطاع السالف وإمكانية عدم انتظامه أصلاً من جهة ، ثم إن قطاع وادى القطاره لابد وقد تأثر أيضاً بعمليات الرفع النشيطة التى أصابت حوضه (كجزء من الجبل الأخضر) ابتداء من عصر البلايوسين .

ولا شك أن المدرجات النهرية تقدم مساعدة فعالة فى محاولة بناء القطاعات النهرية ، إذ يمكن اتخاذ المدرج وسيلة لمد أجزاء القطاع ابتداء من نقط التجديد فى اتجاه المصب ، ثم محاولة ربط هذه وتلك وموازاتها بخطوط الشواطئ أو الأرصفة البحرية القديمة وهذا ما يوضحه الجدول رقم (١) .

والمدرجات الخمسة الأقدم بلايوسينية ــ بلايوستوسينية . وبعض منها يقابل الرصيف البحرى الكلابرى . وأغلب الظن أنها نشأت مع نقط التجديد التى توازيها نتيجة لحركات تكتونية ، ومثلها الرصيف الكلابرى فهو رصيف آيزوستاتى. والمدرجات الأخرى مع ما يصاحبها من نقط التجديد ناشئة فى أكبر الاحتمالات عن ذبذبات إيوستاتية فى مستوى القاعدة تعاصر مناسيب البحر الصقلية والميلازية والتيرانية . ويفتقر القطاع لنقطة انقطاع تقابل منسوب البحر الموناستيرى رقم ١ الذى يمثله هنا التيروراسًا ابتداء من منسوب ٢٧ م . وأخيراً توازى تكوينات الرمل البحرية ونقطة التجديد على ارتفاع ١٠ م الرصيف الموناستيرى رقم ٢ .


رأس رقبة الناقة
بوسديرة
السد الرئيسى
بوليات
السد الثانوى
سيدى مفتاح العقيلى
عوش الرهوارى
البحر المتوسط
متر
٢٢٠
٢١٠
١٦٠
١٢٠
٨٠
٤٠
صفر
من واقع لوحات ليبيا ١ : ٥٠,٠٠٠ والدراسة الحقلية
قطاع طولى لقاع وادى القطارة - ليبيا
المقياس الرأسى ١ : ٤٠٠٠ المقياس الأفقى ١ : ٢٠٠,٠٠٠
--- الصلة المحتملة بين القطاع والمناسيب البحرية

شكل (١٠)

ارصفة بحرية بحوض البحر المتوسط (بالأمتار)		ارصفة بحرية تونس-الجزائر (بالأمتار)	مناسيب بحرية إقليم مريوط مصر-بالأمتار	الرصيف البحري وعمره	ارصفة بحرية برقة — ليبيا (بالأمتار)	وادي القطارة ليبيا جودة (١٩٧٢)	
بيدل Buedel (١٩٦٣)	فولدشتيت Woldstedt (١٩٦٦)	ديبريه Deperet (١٩٢٨)	شكري وآخران (١٩٥٦)		هي وماكيبرني (١٩٥٥)	مدرجات (بالأمتار)	نقط تجديد الشباب (بالأمتار)
						٢٣٠—٢٤٠	—
						٢٠٥—٢١٥	٢١٠
١٨٠				الكلابري — بلايوستوسين أقدم	١٤٠—٢٠٠ شاطئان بحريان	١٨٠—٢٠٠	١٩٠
						١٦٠—١٧٠	١٧٠
						١٢٠—١٣٠	١٣٠
١٠٠	٨٠ — ١٠٠	٩٠ — ١٠٠	٨٠ — ١١٠	الصقلي ، ما قبل جونز	٧٠ — ٩٠	٧٠ — ٨٠	٨٠
٦٠	٦٠	٥٥ — ٦٠	٦٠	ميلازي ، جونز — مندل	٤٤ — ٥٥	٥٠ — ٦٠	٦٠
٢٨ — ٤٠	٣٠	٢٨ — ٣٠	٣٥	تيراني ، مندل — ريس	٣٥ — ٤٠	٣٥ — ٤٥	٤٠
٢٨ — ٢٠	١٥ — ١٨	١٨ — ٢٠	٢٥	موناستير «١» ، ريس — فورم	١٥ — ٢٥	١٢ — ٢٧ تيرا روزا	—
٧ — ٨	٧ — ٨	٥ — ٦	١٠	موناستير «٢» ، مابعد الجليد	٦	٧ رمل بحري	١٠

جدول (١) المدرجات ونقط التجديد بوادي القطارة ومقارنتها بالأرصفة البحرية في حوض البحر المتوسط

المراجـــع

جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى ، أبحاث فى الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية ، بيروت .

جودة حسنين جودة (١٩٧١) : عصور المطر فى الصحراء الكبرى الأفريقية بحث فى الجيومورفولوجيا المناخية لعصر البلايوسين والزمن الرابع . مجلة كلية الآداب ـ جامعة الاسكندرية .

لوحات ليبيا : ١ : ٥٠,٠٠٠ و ١ : ١٠٠,٠٠٠ و ١ : ٢٥٠,٠٠٠ .

Buedel, J. : (1963) , Die Gliederung der Wuerm-Kaltzeit . Wuerzburg .

Cotton, Ch. : (1963) , The question of high pleistocene shorelines. Trans. Roy. Soc. New Zealand (Geol .) 2, 5, Wellington.

Depéret, C. : (1928) , Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires. C.R. Acad. Sci. Paris.

Flohn, H. : (1963) , Zur meteorolgischen Interpretation der pleistozaenen Klimaschwankungen. Eisz. u. Geg. 14.

Hidroprojekat : (1967), Contract documents for construction of Wadi Gattara Project, Vol. 16. Beogarad.

McBurney, C.B.M. & Hey, R.W. : (1955) , Prehistory and Pleistocene Geology in Cyrenaican Libya, London.

Shukri, N.M., and Others : (1956) , The Geology of the Mediterranean coast between Rosetta and Bardia. Part II : Pleistocene Sediments, Geomorphology and Microfacies, Bull. Inst. Egypte, T. XXXVII .

Woldstedt, P. : (1954) , Das Eiszeitalter, Bd. 1, Stuttgart.

Woldstedt, P. : (1966) , Ablauf des Eszeitalters. Eisz. u. Geg. 17 .

Zeuner, F.E. : (1959) , The pleistocene Period, 2d ed . London .



البحث العاشر

سهل بنغازى

سهل بنغازى

الموقـع :

ينحصر سهل بنغازى فيما بين الهوامش الغربية للجبل الأخضر والساحل الشرقى لخليج سرت . وهو يبدو بشكل مثلث رأسه فى الشمال عند بلدة توكرة ، وقاعدته فى الجنوب فيما بين بلدتى الزويتينة على الساحل وأنتيلات فى الشرق .. ويضيق السهل فى الشمال نظراً لاقتراب الحافة الخارجية للجبل الأخضر من الساحل ، ولكنه ما يلبث أن يتسع بالاتجاه جنوباً ، إذ تبتعد الحافة عن الساحل بالتدريج ، وأقصى عرض يبلغه السهل يصل إلى ٥٠ كم . وحدود السهل فى الجنوب غير واضحة ، فهو يتداخل فى الأراضى السهلة الفسيحة المشرفة على خليج سرت .

البناء الجيولوجى :

تتركب أرض سهل بنغازى كلية من صخور رسوبية ، وهى كلها من صخور الكربونات البحرية النشأة التى تنتمى لعصر الميوسين . وأحدث الطبقات الصخرية ما ينتمى منها للفترة الهلڤيتية Helvetium التابعة للميوسين الأوسط ، وهى تتركب من صخور جيرية دولوميتية ومارلية ، ويشيع انتشار هذه الصخور فى السهل وأيضاً فوق هضبة الرجمة ، وإن كانت تتغطى هناك أحياناً بغطاء من الصخور الجيرية الدولوميتية التابعة لفترة تورتون Torton (انظر الخرائط الجيولوجية المرفقة بتقرير القطارة ١٩٦٧) .

وترتكز تكوينات الميوسين الأوسط على تراكيب صخرية تتألف من المارل الأخضر الضارب للزرقة ومن الحجر الجيرى الطباقى المارلى الرملى ، وهى كلها تنتمى لفترة بورديجال Burdigal التابعة للميوسين الأسفل ، وتبرز لها مظاهر قرب « حوش الهوارى » فى قاع وادى القطارة . وترتكز طبقات الميوسين الأسفل فوق الصخور الجيرية الإيوسينية مباشرة ، والأخيرة تبدأ فى العمق عند منسوب يتراوح بين ١١٠ ــ ١٤٠ متر فى القسم الغربى من هضبة الرجمة .

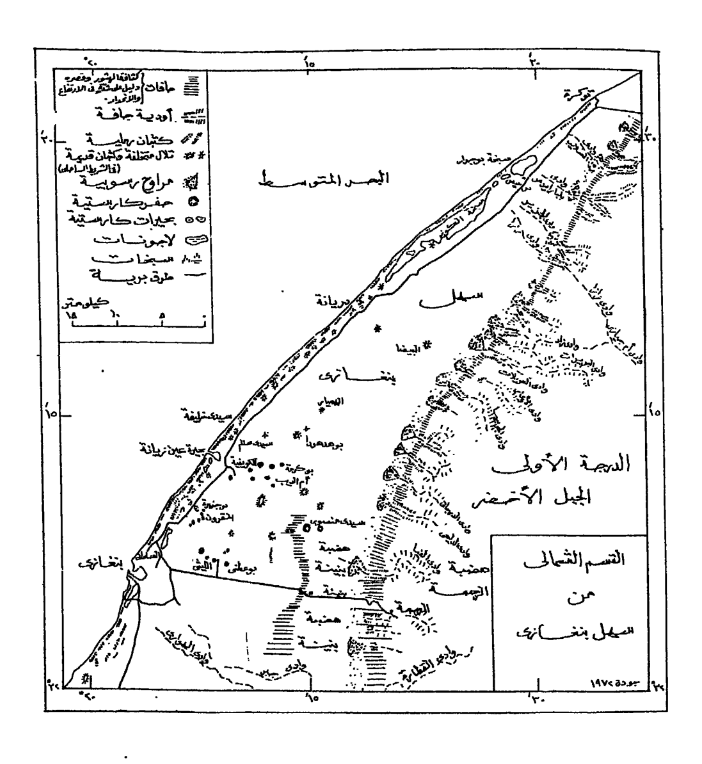
وتنتشر رواسب الزمن الرابع على امتداد الشريط الساحلى ، وتتمثل فى الداخل فى غطاء رقيق من التربة الحمراء يكسو الصخور الجيرية .

ومن الوجهة التكتونية هناك نطاق عيبى يتمثل فى هيئة التواء وحيد الجانب، هبط جانبه الغربى على طول امتداد حافة الدرجة الأولى من بلدة «طلميته » شمالاً حتى جنوبى بلدة « بينه » . وفى القسم الأوسط من السهل نصادف نظماً صدعية متوازية تمتد امتداداً عاماً من الشرق إلى الغرب فيما بين حضيض حافة الرجمة شرقاً إلى الساحل غرباً فيما بين « سيدى خليفة » شمالاً وجنوبى مدينة بنغازى جنوباً . وهناك نظم أخرى انكسارية أقل إمتدادا تجرى متوازية مع بعضها من الشمال إلى الجنوب ومتعامدة على النظم الصدعية السابقة الذكر (تقرير القطارة ١٩٦٧ ـ الخرائط الجيولوجية) . ولهذه الظواهر التكتونية أهميتها الخاصة فى دورة الماء الباطنى وفى ظهور الأشكال الكارستية التى نتناولها بالدراسة بعد قليل .

جيومورفولوجية السهل

حافة الرجمة:

يتحدد السهل من جهة الشرق ، كما أسلفنا ، بواسطة حافة الدرجة الأولى للجبل الأخضر التى ندعوها بحافة الرجمة . ويمكن تتبع أعاليها وأسافلها بكل وضوح ابتداء من « توكرة » شمالاً حتى « أنتيلات » جنوباً ، سواء فى الحقل أو من واقع خرائط مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ ومقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ . ويبقى حضيض الحافة فيما بين البلدتين على منسوب يتراوح بين ١٥٠ ـ ٢٠٠ متر ، أما أعلاها فيتراوح بين منسوبى ٢٥٠ ـ ٣٠٠ متر ، وإلى الجنوب من خط عرض بنغازى يظل أسفل الحافة على نفس المنسوب تقريباً (بين ١٥٠ ـ ٢٠٠ متر) بينما يضمحل ارتفاع أعاليها بالتدريج كلما تقدمنا جنوباً ، حتى تختفى فى مشارف أنتيلات ، ومنحدرات الحافة شديدة محدبة فى أعاليها مستقيمة حتى أسافلها حيث تلتقى بالسهل بشكل فجائى . وتخلو كل منحدرات الحافة فى كل المواضع التى رأيناها ، وهى كثيرة ، تماماً من أية علامات لمدرجات ثانوية .


حافات
أودية جافة
كثبان رملية
تلال منعزلة وكثبان قديمة (فى الشريط الساحلى)
مراوح رسوبية
حفر كارستية
بحيرات كارستية
لاجونات
سبخات
طرق برية
كيلومتر
٠ ٥ ١٠ ١٥
البحر المتوسط
توكرة
سبخة بوجرار
بريانة
السهل
البيضا
بنغازى
الدرجة الأولى
الجبل الأخضر
هضبة بنينة
هضبة الرجمة
الرجمة
بنغازى
القسم الشمالى
من
السهل بنغازى

شكل (١)

ويقطع الحافة عدد كبير من الأودية الخانقية التى تكثر إلى الشمال من دائرة عرض بنغازى على أبعاد قد لا تزيد أحياناً عن بضع عشرات من الأمتار (شكل ١) . وينجح بعض من الأودية فى عبور سهل بنغازى ويصل إلى البحر كوادى السلايب جنوبى توكرة ، ووادى القطارة جنوبى بنغازى . وبعضها الآخر يقطع جزء من السهل ثم تغيض مياهه قبل أن يدانى الطريق البرى من بنغازى إلى توكره . ومعظمها تنتشر مياهها وتتوزع رواسبها على مسافات قصيرة من مصباتها فى السهل .

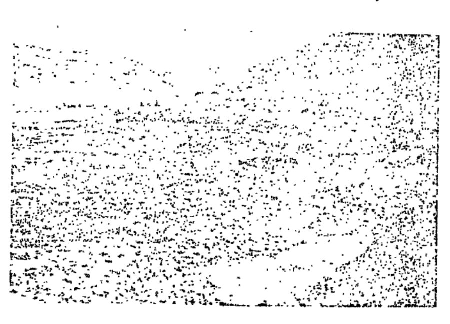
وتجرى الأودية فوق هضبة الرجمة على أرض هينة الانحدار نوعاً ، ولهذا فمجاريها ضحلة فى العادة وتتغطى بغطاء رسوبى . وتكبر الانحدارات قرب مخارجها من الحافة فيعظم النحت الرأسى ، وتظهر منعطفات الشباب متقاربة ويتميز كل منعطف بقطع شديد الانحدار فى الجانب المقعر، ومنحدر هين الانحدار يكسوه الرواسب وينمو عليه النبات . وقيعان كثير من الأودية صخرية تكثر بها الحفر الوعائية التى عن طريق تعميقها وتوسيعها ما تزال الأودية تعمق مجاريها (شكل ٢) .



شكل (٢) حفر وعائية فى قاع أحد الأودية التى تقطع حافة الرجمة (وادى زازا) . ويظهر سهل بنغازى فى مؤخرة الصورة .

وحين نصعد على امتداد الأودية إلى أعالى الهضبة تتسع قيعانها ، ويفترشها حينئذ غطاء من الحصى والحطام الصخرى بعضه مصقول مستدير ، والبعض الآخر حسن سيئ الصقل والاستدارة (شكل ٣) وقد تتغطى القيعان برواسب صلصالية تختلط بالرمال والحصى ، وفيها تشق المياه حين سقوط المطر مجراها الحالى (شكل ٤) وما تزال منحدراتها هينة نوعاً ، ولكن لا أثر لمدرجات مكتملة النمو ، اللهم إلا قطوع تعرية على مستويات متفاوتة الارتفاع تغطيها تكوينات حصوية وصلصالية رقيقة السمك .

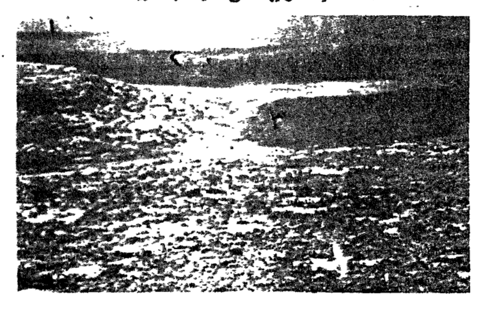
وعند مصبات الأودية فى السهل تنتشر الرواسب فى هيئة مراوح تستدق حبيبات مكوناتها بالابتعاد عن منطقة المصب . وفى المناطق التى تتجاور فيها المصبات تلتحم المراوح ببعضها مكونة لنطاق عريض يمتد بحذاء حضيض الحافة (بجاده) . وتتجدد هذه المراوح كل عام أثناء فصل الشتاء حين تتساقط الأمطار ونسيل المياه فى الأودية (شكل ٥) . ولما تجلبه الأودية من رواسب صلصالية حمراء أهميتها فى إخصاب المزارع البعلية القليلة التى يتحدد وجودها بالتجاويف الضحلة فى السهل وإلى هذه الأودية يعزى ترسيب التربة الحمراء فوق السهل يساندها فى توزيعها فعل الرياح . ويختلف سمكها حيثما وجدت بحجم الوادى الذى نقلها وأرسبها .



شكل (٣) : جزء من قاع وادى السلايب مغطى بالحصى .



شكل (٤) قسم من الجزء الأدنى للوادى الذى يقع مخرجه من حافة الرجمة على يمين الطريق المؤدى إلى بلدة الرجمة . القاع مفروش بالرواسب الصلصالية ، وفيها تشق المياه لها طريقاً .



شكل (٥) المراوح الرسوبية عند مصبات الأودية فى سهل بنغازى .
حينما تتجاور مخارج الأودية تتلاحم المراوح الرسوبية مكونة لنطاق بييدمونتى ينحدر انحداراً هيناً صوب السهل . وفيه تستدق حبيبات مكوناته بالابتعاد عن حافة الرجمة . ١، ٢، ٣ـ ثلاث مراوح تغطيها تكوينات رطبة حديثة الإرساب .

المظهر العام للسهل :

يتميز السهل المحصور بين حافة الرجمة وساحل البحر بانحدارات هينة (شكل ٦) . فتبدو الفواصل الأفقية بين خطوط الارتفاعات المتساوية منتظمة إلى حد كبير ، وهى تتسع بالاتجاه جنوباً مع اتساع السهل نتيجة لانفراج ضلعى المثلث الممثلين فى الحافة وخط الساحل . ولا يضطرب انتظام خطوط الكنتور على امتداد السهل من أقصى الشرق إلى أقصى الغرب ، إلا فى منطقة بنينه فيما بين دائرتى عرض ١٠ ٣٢ ْ ـ ٣٢ شمالاً . فإلى الشرق من بنغازى بنحو١٨ كم وإلى الغرب مباشرة من بلدة بنينة تتجاور خطوط الكنتور ، فتظهر بذلك حافة يتحدد حضيضها بخط الكنتور ٩٠ متر وقمتها بمنسوب ١١٠ متر (شكل ١).



شكل (٦) قسم من سهل بنغازى شرقى طريق بنغازى ـ توكره .
يبدو السهل مُنْبسطاً هين الانحدار ، وحصوى صخرى فى معظم الأحوال .
ويظهر النبات الخشن الفقير نامياً فى أكمات صلصالية . وفى مؤخرة الصورة تظهر حافة الرجمة .

وقد سبق لديزيو (١٩٣٩) وهيى (١٩٥٥) أن ميزاها بجرف بحرى قديم . ويمكن تتبع هذه الدرجة الثانوية على مسافة تصل إلى نحو ١٥ كم ، وهى أظهر وأوضح فى شمال بنينه منها فى جنوبها . وما تلبث أن تتلاشى بالتدريج فى اتجاه الشمال والجنوب وتختفى فى الانحدار التدريجى المنتظم للسهل تجاه البحر (شكل ١) .

ويحدد كنتور ١١٠ متر حافة هضبة بنينة التى تأخذ فى الارتفاع التدريجى المنتظم حتى كنتور ١٥٠ متر الذى يحدد أسافل حافة الرجمة . وسطح هضبة بنينة أشبه بسهل فسيح يتميز بالانبساط فى كثير من مناطقه ، وبالتضرس الهين فى المناطق الأخرى . وفى الشقة المحصورة بين وادى القطارة جنوباً وطريق بنغازى ـ بنينه شمالاً ، نرى الانبساط أظهر ما يكون وتتغطى الأرض بغطاء رقيق من التربة الحمراء ، ويكسوها شتاء نبات القمح والشعير والحشائش . وإلى الشمال من الطريق المشار إليه تأخذ الأرض فى التموج متخذة شكل المنخفضات الضحلة المكسوة بالتربة الحمراء ، والربوات الهينة الانحدار ، العارية الصخر فى معظم الأحيان . يضاف إلى ذلك عدد من مجارى الأودية تشارك فى تقطيع المظهر المنبسط العام .

وظواهر الكارست فى هضبة بنينة قليلة ومحدودة الأبعاد . من ذلك إثنتان على جانبى بداية الطريق البرى من بنينه إلى الرجمة ، واثنتان متقابلتان ، حوالى منتصف الطريق ، وواحدة على يسار الطريق عند أسفل حافة الرجمة ، وكلها قليلة الغور وليس لها اتصال بمستوى الماء الجوفى . وهى ظواهر سطحية نشأت عن الإذابة الموضعية فى عدسات من الصخور الجيرية اللينة ، وتتغطى قيعان بعضها بالتربة الحمراء .

وفيما عدا حافة بنينة لا يقطع انتظام انحدار السهل مظهر جيوموفولوجى واضح ، اللهم إلا درجة فى مشارف بلدة توكرة لا تستبين فى الخرائط الكنتورية، ميزها هى عام ١٩٥٥ بالدراسة الحقلية وأشار بامتدادها على بعد ١ كم من خط الساحل وموازية له ، وأقصى ارتفاع لها ٢ متر . وأمكنه تتبعها لمسافة ٨ كم شمالى شرق البلدة ولحوالى ١٠ كم فى جنوبها الغربى ، وأوضح بأنها تمتد على الجانب البحرى لكنتور ١٠ متر ، ويقع أسفلها على امتداد ٥ متر .

وإذا ما اتجهنا جنوباً يظل الانتظام فى انحدارات السطح هو الظاهرة الشائعة، ولا يقطعه سوى قطوع صخرية محدودة الأبعاد لا يزيد ارتفاعها على متر واحد أو نحوه .

وسهل بنغازى صخرى السطح فى معظمه . ويظهر الصخر الجيرى عارياً فى هيئة بقع غير منتظمة الشكل تحيط بها وتصل بينها تربات ضحلة حمراء أو بنية محمرة (شكل ٧) . وهنا وهناك تبرز ربوات صخرية محدبة ، فسيحة القمم، هينة الانحدار . والرواسب البلايوستوسينية حيثما وجدت رقيقة السمك ، وفى بعض المناطق خصوصاً فى نطاقات مجارى الأودية التى تعبر السهل يزداد سمك التربة الحمراء فيتراوح بين ٦ ــ ٧ متر بوادى القطارة فى موقع الهوارى على طريق سلوق . جنوبى بنغازى بنحو ٩ كم . وهى هناك ترتكز على صخر جيرى ميوسينى ناصع البياض ، وتظهر هذه التكوينات فى محجر يستغله مصنع أسمنت الهوارى .



شكل (٧) سهل بنغازى فيما بين مدينة بنغازى وبلدة بنينة .
الصخر الميوسينى مكشوف فى بقع بيضاء تتداخل بينها رواسب صلصالية بنية محمرة . حافة بنينه تظهر فى مؤخرة الصورة .

الظواهر الكارستية :

سبق أن ذكرنا أن سهل بنغازى قد تأثر بالحركات التكتونية التى تظهر فى عدد من النظم الصدعية المتقاطعة . وهناك ثلاثة نطاقات صدعية : أحدها يمتد من « سيدى منصور » فى الشرق عبر منطقة « الكويفية » إلى « عين زيانة » على الساحل فى الغرب .

ونطاق آخر يمتد من بنينه شرقاً إلى منطقة « بوعطنى ـ الليثى » (الغدير) . ونطاق ثالث أقل حجماً يوازى القطارة الأدنى وينتهى جنوب بنغازى . هذا بالإضافة إلى عدد من الكسور الشمالية الجنوبية الاتجاه التى سبقت الإشارة إليها .

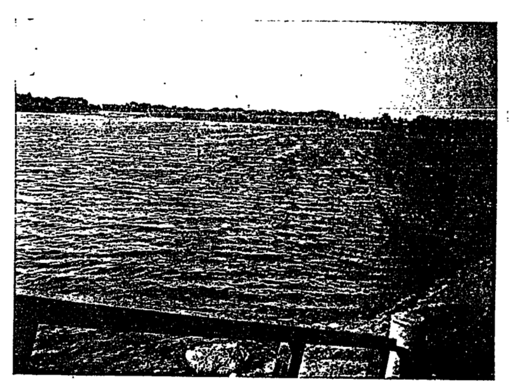
ونطاقات التصدع التى تأخذ اتجاهاً شمالياً جنوبياً موازية لكلا حافتى الرجمة وبنينه تعتبر المجمعات الأولى للمياه التى تنصرف سطحياً ثم باطنياً خلال الشقوق والكسور والكهوف والمسام التى تكتنف صخور الجانب الغربى من الجبل الأخضر بما فيه حوض القطارة نحو الغرب . أما الكسور التى تتقاطع معها والتى حددناها فى ثلاث نطاقات تتخذ اتجاه سير المياه الجوفى من الجبل الأخضر (أى نحو الغرب) ، فهى التى تتسلم المياه من المجمعات المشار إليها ، وتحدد تسربها فى مجارى باطنية صوب البحر .

وتمثل الصخور الجيرية الهلفيتية والتورتونية التابعة للميوسين الأوسط ، مخازن وموصلات جيدة للماء الجوفى . وهى صخور لينة غنية بالحفريات التى تعطى لها نسيجاً إسفنجياً ، وتحوى فواصل وشقوق أصلية وثانوية تعتبر الموصل الرئيسى للمياه . وقد أثر الماء الجوفى على امتداد نطاقات الشقوق والخطوط التكتونية تأثيراً بيناً وكثيفاً فى إذابة الصخور الجيرية وساعده فى ذلك بناء الصخور المسامية وليونتها .

وعلى امتداد اتجاهات الخطوط التكتونية الرئيسية نجد الأشكال الكارستية الجوفية على اتصال بالأشكال الكارستية السطحية ، ويتضح ذلك بصورة مثالية فى نطاق بنينه ـ بوعطنى فى كهف الغدير ، وفى نطاق سيدى منصور ـ الكويفية فى

كهف الجبخ ، ثم فى البحيرات الكارستية كبحيرة بوجزيرة . وفضلاً عما لهذه النطاقات العيبية من أهمية كبيرة كمخازن للمياه ومجمعات لها ، فإنها فى نفس الوقت تقرر اتجاهات تدفق الكميات الكبيرة من المياه الجوفية .

وفى منطقتى الكويفية وبوعطنى ينتشر عدد كبير من الحفر الكارستية المتفاوتة الأحجام (شكل ٨) . وكلها عميقة ، وتشرف جدرانها على قيعانها بانحدارات شديدة . وقد لاحظنا فى كل حالة أن جوانبها الشرقية شديدة الانحدار، بل إن الانحدار قائم فى معظم الأحيان (شكل ٩) . وهذا إن دل على شئ فإنما يدل على أن الماء الباطنى قد شارك فى تكوينها . فهى لم تنشأ عن طريق إذابة الماء السطحى للتكوينات الجيرية فحسب وإنما أيضاً عن طريق التقويض السفلى للماء الجوفى . وتوجد الآبار الضحلة والعيون عند أسفل الجروف الشرقية من حيث تصدر المياه باستمرار .

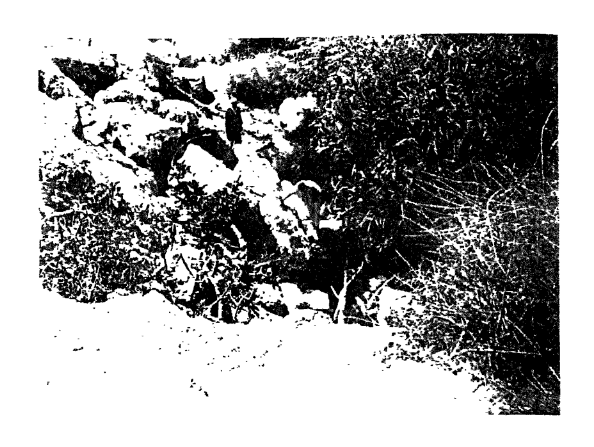


شكل (٨) بحيرة بودزيرة إحدى البحيرات الكارستية فى القسم الشمالى من سهل بنغازى



شكل (٩) كهف الجبخ بمنطقة الكويفية بالقسم الشمالى من سهل بنغازى .

وما يزال توسيع الحفر مستمراً بواسطة التقويض الينبوعى . وكثيراً ما نشاهد أجزاء من تلك الجروف الشرقية وقد تساقطت فى كتل صخرية كبيرة عند حضيضها ، وأخرى ما تزال معلقة تنتظر دورها فى السقوط . وتفترش أرض الحفر الجافة تربة حمراء خصيبة تجود فيها زراعة الخضروات وتنمو بها أشجار النخل واللوز (شكل ١٠) .



شكل (١٠) حفرة كارستية فى منطقة الكويفية .
القاع مفروش بالرواسب الصلصالية المحمرة ، وفيها ينمو النخل والخضروات .
لاحظ الانحدار القائم للجانب الشرقى للحفرة (يمين الصورة) . وأسفله تنزّ المياه من عيون ما تزال تقوض أسافل الجرف ، وعلى وجهه تستند كتل صخرية متراكمة سبق انهيارها منه . ارتفاع الجرف ١٢ م.

ومن الحفر الكارستية ما يمتلىء بالمياه مكوناً لبحيرات تختلف فى أحجامها ومنها بحيرات صغيرة فى منطقة الكويفية . وأكبرها مساحة بحيرة بوجزيرة على يمين الطريق البرى إلى توكره مباشرة ، وعلى بعد نحو ٦ كم من بنغازى . وجانبها الشرقى أيضاً قائم الانحدار وتتفجر أسفله من القاع عيون جارية . ومن البحيرات الساحلية ما تستقى مياهها من العيون الدافقة وأشهرها وأكبرها بحيرة عين زيانة الواقعة على يسار الطريق إلى توكره ، وهى ذات اتصال جزئى

بالبحر (شكل ١) ومياهها صافية ضاربة إلى الزرقة ، ولهذا فهى تدعى أيضاً بالبحيرة الزرقاء . وتتفجر فيها العيون واضحة من قسمها الشرقى ، ويشاهد على سطحها تيار ظاهر تجرى مياهه فى اتجاه الغرب نحو البحر .

ومن أشهر الكهوف كهفان : أحدهما معروف مشهور منذ القدم يدعى بكهف الليثى أو الغدير ، ونسبة الأملاح بمياهه مرتفعة ، وطوله غير معروف ، وسطح مائه راكد لم يشاهد فيه تيار متحرك . والكهف الثانى يقع فى منطقة الكويفية على يمين الطريق إلى توكره بنحو ٣ كم ويسمى بالجبخ (كلمة ليبية تعنى خليّة النحل) . ويبلغ عمقه من السطح زهاء ٢٤ متراً ، ومنسوب مائه على ارتفاع نحو ٤ متر . وماؤه عذب مستساغ إذ تبلغ نسبة ملوحته ٣ جزء فى كل ١٠,٠٠٠ جزء ، بينما تبلغ نسبة ملوحة مياه بنينه من حيث تستقى مدينة بنغازى ٨,٥ جزء لكل ١٠,٠٠٠ جزء . ويستغل ماء الكهف بالضخ إلى سطح الأرض حالياً ، وتؤخذ المياه بالسيارات للاستفادة منها فى الأراضى المجاورة . وقد ثبت بالدراسة أن مياه الكهف على اتصال ببحيرة زيانة .

هذا ويعتقد أن مشروع خزان القطارة سيعمل على تحسين نوعية وكمية المياه الباطنية خصوصاً فى نطاق بنينه ــ الليثى ، وبدرجة أقل من ذلك فى نطاق سيدى منصور ــ الكويفية . ومن المرجّح أن الرشح من الخزان الرئيسى فى اتجاه الغرب والذى تقدر كميته بحوالى ٤ مليون متر مكعب سنوياً ، سيجرى فى نفس اتجاهات المسالك الباطنية الحالية ، أى على امتداد النطاقات المشار إليها (تقرير مشروع وادى القطارة ١٩٦٧) .

الشريط الساحلى :

يمتد الشريط الساحلى الذى يتميز بظواهر اللاجونات والسبخات والكثبان الرملية قديمها وحديثها فيما بين خط الشاطئ الحالى والطريق الرئيسى بين الزويتينة وتوكره .

ويمتد بحذاء الساحل الحالى مباشرة نطاق من الكثبان الرملية الحديثة التى تبدو من بعيد ناصعة البياض . وهى قد تتصل فى هيئة سلسلة مستمرة تتفاوت فى ارتفاعها بين ٥ ـ ١٠ متر ، وقد تتقطع فى شكل كثبان مستطيلة تفصل بينها تجاويف أقل ارتفاعاً .

والكثبان الشاطئية الحديثة ما تزال فى نمو مستمر ، يدل على ذلك الغطاء الهش من الرمال المتوسطة والدقيقة الحبيبات التى تتحرك فوقها . ويمكن تتبعها من الزويتينة شمالاً حتى بلدة دريانة ، ومن بعدها تضمحل ثم تتلاشى عند « برسيس » جنوبى توكره بنحو ٩ كم . ويرتبط نمو الكثبان الحديثة باتساع نطاق البلاج المجاور لها . فحيثما اتسع نطاق الشاطئ وازدادت ضحولته ، وكان انحداره هيناً سهلاً صوب البحر استطاعت أمواج العواصف أن تقذف بكميات متجددة من الرواسب منشئة لبلاج فسيح ، ما تلبث الرياح أن تدفع بمكوناته صوب الداخل ، فتظل سلاسل الكثبان حية نامية . وهذا ما تمكن ملاحظته فى كل النطاق الممتد من الزويتينة شمالاً عبر بنغازى حتى قرب برسيس .

ويختلف الوضع عن ذلك إلى الشمال من البلدة الأخيرة . فهنا نجد البلاج يضمحل ، بل نجد الشاطئ صخرياً حيث تمتد الصخور الجيرية التى يتركّب منها السهل وتصل إليه عند حوالى منسوبه . أو قد تشرف عليه بجروف قليلة الارتفاع (شكل ١١) . وقد تتركب الجروف من مكونات كثبان رملية متصلبة قديمة . وتبدو هذه الظواهر واضحة على الخصوص فى النطاق الممتد بين توكرة وسبخة الكوز ، ثم فى مواضع كثيرة بين الأخيرة وسيدى خليفة . ويلاحظ أيضاً أن البحر عميق بجوار خط الشاطئ مباشرة ، والشاطئ لا شك والحالة هذه ينحدر بشدة صوب البحر مما لا يدع فرصة للأمواج العاصفة من دفع كميات مناسبة من الرمال تكفى لبناء كثبان رملية بأحجام ذات بال . يضاف إلى ذلك أن حركة المد والجزر طفيفة ، ومن ثم فتأثير المد كعامل مساعد فى حركة الأمواج البناءة جد محدود ، كما وأن مقدار الجزر لا يكشف من مواد البلاج شيئاً .



شكل (١١) جزء من ساحل سهل بنغازى إلى الشمال من دريان . تمتد صخور السهل الجيرية فتصل إلى البحر وتطل عليه بجروف قليلة الارتفاع ، وفيها ينشط فعل الأمواج مكوناً لفجوات وكهوف . لاحظ بعضاً من الكتل الصخرية المتساقطة، وطرح البحر من بقايا الأحياء البحرية .

وحينما نترك سلاسل الكثبان الشاطئية الحديثة ونتجه صوب اليابس نجد شريطاً تتناوبه البحيرات الساحلية والسبخات والكثبان الرملية القديمة . وهو يتفاوت فى عرضه من مكان لآخر تفاوتاً كبيراً . ففى أقصى الجنوب تمتد الكثبان الرملية القديمة إلى الطريق البرى الذى يبتعد عن الشاطئ فى بعض المواضع ٢٠ كم ، بل أن الطريق ذاته يقطع النطاق أحياناً ، وعلى جانبيه تتضح ظاهرة الطبقية المتقاطعة التى تميز الكثبان الرملية الهوائية النشأة . وبالاتجاه شمالاً يضيق وتتحدد سلاسل الكثبان القديمة بسلسلتين ثم بسلسلة واحدة توازى سلسلة الكثبان الحديثة المتاخمة للساحل الحالى . وفى المنطقة المحصورة بين بلدتى دريانة

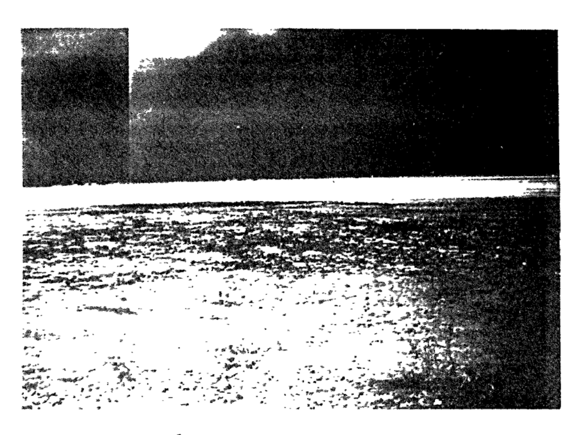
وبرسيس تتقطع الكثبان القديمة وتفقد امتدادها الطولى المتصل ، وتبدو فى هيئة تلال عديدة مستديرة الأعالى هينة انحدار الجوانب .

وتتركب الكثبان القديمة كالكثبان الحديثة من الوجهة البتروجرافية من حطام الأصداف البحرية الدقيق الحبيبات التى اندمجت ببعضها بالكالسيت ، فهى فى مادتها لا تختلف عن الرواسب البحرية التى عثر عليها فى مواضع مختلفة من الشريط الساحلى كل من دزيو (١٩٣٩) وهيى (١٩٥٥) ، ووجه الاختلاف ينحصر فى طريقة نقلها وإرسابها . فهذه نقلت وأرسبت بواسطة الرياح ، ولهذا فإن حبيباتها تبدو مستديرة حسنة التصنيف ، كما وأن مواد الكثبان تخلو عادة من الرواسب الحصوية والحفريات الكبيرة الحجم . والكثبان القديمة نظراً لقدمها تظهر مغبرة اللون داكنة لطول تأثرها بعمليات التجوية وسفى الرواسب الحمراء .

ولا شك أن هذا النطاق من الكثبان القديمة قد تكون حينما كان منسوب البحر أدنى منه فى وقتنا الحالى بحيث انحسرت المياه عن شاطئ عريض افترش بالرمال التى نقلتها الرياح وأرسبتها مكونة لسلاسل من الكثبان متوازية . ولا يشترط بالضرورة افتراض فترات زمنية كبيرة قد فصلت بين تكوين كل سلسلة وأخرى كما أنه ليس من الضرورى افتراض حدوث ذبذبات إيوستاتية متعاقبة لإمكانية تكوينها . ذلك أن هذه الكثبان تتركب كلية من رواسب بحرية جيرية عضوية تسهل إذابتها بمياه المطر الكربونية ثم يسهل تصلبها والتحام حبيباتها بسرعة بإرساب الكالسايت كمادة لاحمة ، وفى اعتقادنا أن الانخفاض الإيوستاتى فى منسوب البحر الذى يعاصره تكوين الكثبان القديمة يتفق مع فترة أواخر الجليد ابتداء من مرحلة « بومر Pommer » إلى نهاية مرحلة سالبوسيلكى Salpausselkae . ومن الممكن تأريخ السلاسل الأقدم المجاورة للطريق البرى بانخفاض منسوب البحر فى مرحلة بومر ، والسلاسل القديمة المجاورة للسلاسل الحديثة الشاطئية بمرحلة سالبوسيلكى .

ويفصل سلاسل الكثبان الشاطئية عن نطاق الكثبان الداخلية بحيرات ساحلية ضحلة مالحة المياه تعرف محلياً بالسبخ (جمع سبخة) . وفى المواضع

التى تتحدد فيها سلاسل الكثبان بالشاطئ تظهر اللاجونات بينها وبين الطريق البرى مباشرة (شكل ١) . وبعضها ما يزال متصلاً بالبحر عن طريق فتحات متباينة الإتساع تدعى محلياً باسم التوع . وتمتلئ البحيرات بالمياه أثناء الشتاء حين تصلها مياه الأمواج العاصفة ، وتقل مياهها أثناء الصيف . وقد ردمت بعض منها بالرواسب القارية وتحولت أرضها للزراعة كما فى نطاق دريانة ، أو قد جففت صناعياً كما فى محيط مدينة بنغازى . وحين الجفاف تزهر أملاح السبخ فى غطاء أبيض ، لكنه يبدو مغبراً محمراً فى معظم الأحيان بسبب إختلاط الأملاح بالمواد الصلصالية الحمراء التى تسفيها الرياح أو تجلبها الأودية التى تنصرف إلى السهل .



شكل (١٢) جزء من إحدى سبخات شمالى مدينة بنغازى .

وقد بنيت المدينة ذاتها فوق كثبان رملية متصلبة قديمة تكتنفها وتتخللها البحيرات التى جرى ويجرى تجفيفها باستمرار لمواجهة التوسع العمرانى النشط .

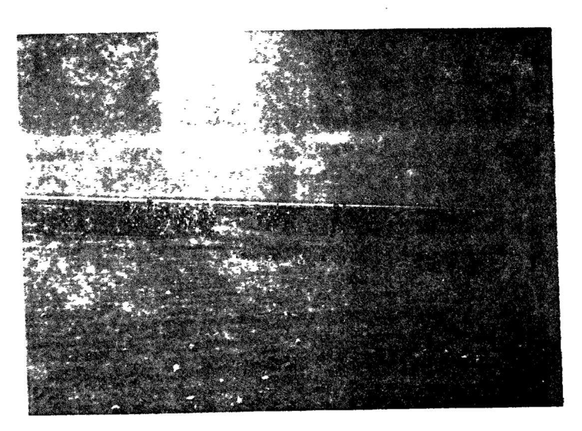
نشأة السهل :

هناك اتفاق عام على أن حافة بنينة ما هى إلا جرف بحرى (دزيو ١٩٣٩ ؛ هيى ١٩٥٥) . وبالمثل فإن رصيف توكرة هو الآخر رصيف بحرى (هيى ١٩٥٥) . ويعزز هذا الرأى الانحدار العام الذى يتخذه السطح الصخرى للسهل صوب البحر ابتداء من حضيضها من جهة ، ثم المناسيب المنتظمة التى يقع عندها هوامشهما العليا والسفلى من جهة أخرى .

وقد ناقش هيى (١٩٥٥ ، ص ٤٥ _ ٤٧) الآراء التى قيلت فى السهل ومنها رأى دزيو الذى يعتقد بنشأته التكتونية ، كما عرض مختلف العوامل التى يمكن أن تكون قد شاركت فى تكوينه وخلص إلى القول بأنه قد نشأ كلية عن طريق التعرية البحرية . فهو يعتقد أن السهل رصيف بحرى ، وأن حافة الرجمة التى تحده شرقاً جرفه المصاحب ، وأنهما قد نشآ بوضعهما الحالى كلية أثناء فترة منسوب مرتفع لمياه البحر واحدة . ويرى فى استمرار منسوب أسافل الحافة أبلغ دليل يسند نظريته .

وعلى الرغم من أن مشاهداتنا الجيومورفولوجية خلال الدراسة الحقلية تعزز وتتفق مع كل المشاهدات التى سجلها هيى ، مما يحملنا إلى الاعتقاد بالدور الهام الذى قامت به التعرية البحرية فى ظهور السهل بشكله الحالى ، إلا أننا لا نستبعد بل لا يمكن أن نهمل الدور الذى لعبته العمليات التكتونية فى النشأة الأولى للسهل . فبجانب الأدلة الجيولوجية التى ساقها دزيو (١٩٣٩ وانظر هيى ص ٤٥ _ ٤٧) ، قد تبين من الدراسات الجيولوجية الكثيفة التى قامت بها هيئة مشروع القطارة سطحياً وعن طريق الجسات العميقة ، وجود عيب واضح يمتد موازياً لحافة هضبة الرجمة ، وعلى امتداده ينبغى أن يكون الجناح الغربى قد هبط هبوطاً كبيراً . ففى كل الجسات التى أجريت فى حوض القطارة قد عثر على التكوينات الإيوسينية عند منسوب يزيد على ١١٠ متر . بينما لم يعثر عليها فى كل الجسات التى أجريت فى نطاق بنينه _ بنغازى على أعلى من منسوب ٣٠ مترا

من هذا نخلص إلى القول بأن النشأة الأولى للسهل قد شاركت فيها العمليات التكتونية سواء برفع الجبل الأخضر على امتداد صدع الرجمة ، وبقاء السهل مستقراً ، أو بالرفع للجبل الأخضر والهبوط للسهل فى آن واحد ، ويعزز الشق الأخير كثرة وجود الكسور المحلية فى نطاق بنينه ـ بنغازى . وقد أعقب النشأة الأولى للسهل طغيان مياه البحر وممارستها لفعل نحاتى دام فترة طويلة أثناءها تشكلت حافة الرجمة وسطح السهل بمظهرهما الحالى . أما حافتا بنينه وتوكره فهما بطبيعة الحال يمثلان منسوبين بحريين أحدث عهداً ، عندهما توقف منسوب البحر مستقراً أثناء فترتين متتاليتين طويلتين نسبياً .



شكل (١٣) التربة الحمراء المنقولة عبر وادى زازة بالقرب من قرية المبنى بالقسم الشمالى من السهل .

المراجــــع

جـودة حسنين جـودة (**١٩٦٦**) : العصر الجليدى . منشورات جامعة بيروت العربية .

عبد العزيز طريح (**١٩٧١**) : جغرافيا ليبيا . الطبعة الثانية . الاسكندرية .

لوحات ليبيا مقياس ١ : ٥٠,٠٠٠ .

لوحة بنغازى بمقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ .

لوحة بنغازى بمقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ .

لوحة سلوق بمقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ .

Desio, A. (1939) : Studi morphologici sulla Libia orientali. Miss. Sci. de;;a R. Acc. d'Italia a Cufra, Vol. II. Rome

Gregory, J.W. (1911) : The Geology of Cyrenaica. Q. Z.G.S. Vol. LXVII, PP. 572-615 . London .

McBurney, CB. M. & Hey, R.W. (1955) : Prehistory and Pleistocene geology in Cyrenaican Libya. London

البحث الحادى عشر

المدرجات البلايوستوسينية بوادى درنة

مدرجات بلايوستوسينية
بوادى درنة

يبلغ طول وادى درنة نحو ٧٥ كم . وهو أطول واد يقطع حافة الجبل الأخضر الساحلية قبل الوصول إلى البحر . ولا يفوقه طولا على الساحل الشمالى للجبل سوى وادى معلج . الذى يدين بطوله البالغ ١٢٠ كم لجريانه موازياً لخط تقسيم المياه حتى مصبه فى خليج بمبه ، عند النهاية الشرقية للجبل . ويبدو وادى درنة واسعاً نسبياً فى قسم كبير من مجراه الذى تم نحته فى صخور أوليجوسينية وميوسينية . ولكنه يصل قبل ١٢ كم من مصبه إلى سطح الصخور الجيرية الإيوسينية الصلبة ، ومن هنا نحو المصب يزداد عمقه . ويأخذ بالتدريج شكل خانق شديد انحدار الجوانب ، فيبدو مقطعه العرضى فى هيئة الرقم ٧ . وينتهى الخانق بعد قطعه لكل التتابع الصخرى الإيوسينى فجأة عند الحافة الساحلية . وفى الشقة الأخيرة من مجراه (مسافة ٣,١ كم) ، يصبح الوادى أشبه بخندق واسع ضحل، ويشق المروحة الرسوبية التى تقوم عليها مدينة درنة .

ويحوى الوادى ينبوعين يعتبران من أغزر ينابيع برقة مياهاً . ويقع أحد الينبوعين ، ويدعى عين بومنصور ، على بعد ١٢ كم من البحر ويستقى هذا الينبوع مياهه من منسوب الماء الجوفى فى طبقات الأوليجوسين الأسفل . أما الينبوع الثانى ، ويسمى عين درنة أو عين بلاد ، فيقع على بعد نحو ٥,٥ كم من البحر ، وتصدر مياهه من طبقات الصخور الجيرية التابعة للإيوسين الأوسط . وتفيض مياه عين درنة ، وتجرى بالوادى لمسافة تقدر بنحو ١,٥ كم قبل أن تغيض بقاعه .

مدرجات الوادى :

سبق لكل من مارينيللى Marinneli (١٩٢٠) ، وستيفانينى Stefanini (١٩٣٠) ، وسليمان حزين (١٩٤١) ، أن وصف مدرجين فى وادى درنة .

وقال حزين بأن أحدهما يرتفع بنحو ٣٠ م والثانى ببضعة أمتار قليلة عن قاع الوادى الحالى . وقد عثر هيى Hey (١٩٩٥) على المدرجين ، ووصفهما وصفاً وافياً ، ووجد أنهما يقعان على نفس المناسيب التى ذكرها حزين ، وذلك فى الجزء الأدنى من الوادى .

المدرج السفلى :

تقع رواسب المدرج السفلى على كلا جانبى قاع الوادى مستندة على رواسب المدرج العلوى . ويظهر المدرج السفلى كأجزاء منفردة متفرقة وفى الغالب بدون أسطح حسنة التحديد . وحيثما وجدت هذه الأسطح فإنها تقع عموماً على ارتفاع يتراوح بين ٥ ـ ٦ متر فوق قاع الوادى وتتركب رواسب المدرج كلية من حصى وجلاميد جيد الإستدارة ، مع وجود نسبة معينة من الرواسب الحمراء ، بالإضافة إلى تكوينات بينية من الاسكرى المتماسك أو البريشيا . وفى بعض الأماكن تغطى تكوينات من اسكرى أحدث بعضاً من أسطح المدرج السفلى عند هوامشه العليا ، وفى أماكن أخرى تنحدر عليه حتى تصل إلى قاع الوادى . وتوزيع رواسب هذا المدرج محدود ، فهى لا توجد على وجه التأكيد إلا على امتداد مسافة لا تزيد على ثلاثة كيلو مترات من مصب الوادى ويبدو من مناسيب هذه الرواسب وتركيبها الصخرى أنها كانت تستمر ممتدة فى حصى مروحة درنة الرسوبية ، رغم أنه لم يبق الان اتصال طبيعى بينهما .

ويرجع تقطيع الحصى إلى فعل الصقيع تحت تأثير ظروف مناخية أكثر برودة من وقتنا الحاضر . ونرجح حدوث عمليات التحلل الصخرى أثناء مرحلة باردة هى فورم الأوسط (الدور الثانى من جليد فورم) . وكانت ظروف المناخ فى برقة أثناء تلك المرحلة تتميز بشتاء بارد رطب وصيف قصير جاف . وكان فعل الصقيع مستمراً ونشيطاً أثناء الشتاء مما أدى إلى تكوين الاسكرى . وفى أواخر المرحلة تم نقل الحطام الصخرى وإعادة إرسابه فى هيئة مدرج حصوى . ولم تلبث المواد أن تلاحمت وتماسكت عقب استقرارها النهائى .

وبانتهاء مرحلة فورم الأوسط ظهر دور دافئ وجاف ، وفيه توقف الإرساب، ودأب الوادى فى النحت ، كما حدثت تعرية للحصى المدرج .

وأعقب الدور الدفئ دور بارد نهائى (أواخر فورم ـ الدور الثالث من جليد فورم) ، فيه كان الصيف جافاً ، والشتاء بارداً رطباً ، لكنه كان أدنى رطوبة وأقل برودة من شتاء فورم الأوسط ، وبالتالى كان فعل الصقيع أثناءه أقل تأثيراً ونشاطاً . والصقيع هو المسئول عن تكوين الاسكرى الأحدث المفكك الذى يزركش أجزاء من أسطح المدرج السفلى .

وبانتهاء هذا الدور البارد أخذت ظروف المناخ تتحول إلى مرحلة دفء وجفاف حتى وقتنا الحاضر ، وفيها امتنع تكوين الاسكرى ، كما توقف الإرساب، بينما نشط الوادى فى عملية النحت الرأسى من جديد .

المدرج العلوى :

ترتكز رواسب هذا المدرج على الجدران الصخرية للخانق مباشرة وتمتد إلى أسفل حتى قاعه الصخرى . ويمكن تتبعها من مدخل الوادى صوب أعاليه لمسافة ١٧ كم . وهناك يصبح منسوب المدرج نحو ٢١٧ م . وعند الكيلو ١٤ ، يصبح منسوبه حوالى ٢٠٠ م ، ويعلو قاع الوادى بنحو ٨ م . ويقع سطح المدرج على ارتفاع ١٩٢ م عند عين بومنصور التى تبعد عن البحر بحوالى ١٢ كم (منسوب العين ١٧٧ م والمدرج يعلوها بنحو ١٥ م) . وبالتالى تصبح نسبة الانحدار بين الكيلو متر ١٧ والكيلو متر ١٢ (موقع عين بومنصور) ١ : ٢٠٠ . ويهبط سطح المدرج نحو ٤٠ متراً من موقع عين بومنصور حتى الكيلو ٧,٥ تقريباً . وبالتالى تكون نسبة الانحدار ١ : ١١٠ . ويشتد الانحدار ابتداء من الكيلو متر ٧,٥ حتى بعد مصب وادى جهام بنحو ٢٥٠ م فيصبح ١ : ٢٠ . وتكون نسبة الإنحدار ١ : ٩٠ فى المسافة المحصورة بين مصب وادى جهام ونهاية المدرج عند مدخل الخانق مباشرة وعلى بعد ١,٥ كم من البحر ، حيث يعلو المدرج قاع الوادى بنحو ٢٤ م .

وتتركب رواسب المدرج ، على بعد يتراوح بين ١٧ ــ ١٣ كم من البحر ، من حصباء خشنة تحوى حصى وجلاميد جيد الصقل والإستدارة ، مع وفرة فى حبيبات الكوارتز والجلاوكونيت المشتق من الطبقات الميوسينية ، وكمية معينة من التيراروسا . ويحافظ المدرج على تركيبه الصخرى هذا حتى حوالى الكيلو متر ١٣ (أى قبل عين بو منصور بحوالى ١ كم) حيث يتلاشى الحصى ويضمحل وجود الجلاميد وتحل محل هذا وذاك تكوينات من مارل كلسى دقيق الحبيبات ، ذى لون أبيض مصفر أو رمادى مصفر . وهنا وهناك نجد كمية من المواد الخشنة، أغلبها حصى ، تنتظم فى هيئة حزم ، كما تظهر بعض شظايا من التوفا الكلسية . وتزداد حزم الحصى عادة عند مصبات الروافد فى الوادى . وينتظم المارل فى طبقات واضحة توازى سطح المدرج . ويتركب المارل فى معظمه من حبيبات دقيقة من الكالسايت .

وتظهر التوفا الكلسية ، كمكون لرواسب المدرج ، بكميات كبيرة على بعد ٩ كم من البحر (بعد عين بومنصور بحوالى ٣ كم) . وهى تظهر فى البداية فى هيئة حزم فى المستويات السفلى من الرواسب ويعلوها المارل . ولكنها ما تلبث أن تزداد فى العدد والإتساع حتى حوالى ٥, كيلو متر قبل مصب وادى جهام حيث يصبح الراسب كله مكوناً من التوفا

وتعود التوفا إلى الإختفاء فجأة بعد مصب وادى جهام بنحو ١٥٠ متراً ، ويحل محلها مرة أخرى مارل رمادى وأصفر حتى الكيلو متر ٣ من البحر ، حين تظهر التوفا من جديد حتى مخرج الوادى من الخانق على بعد ١,٥ كم من البحر .

وتنتظم التوفا فى شكل طبقات رقيقة هشة عند بداية ظهورها . وتحوى قشوراً كانت تغلف سيقان الغاب ، وتبدو أحياناً محطمة ، وأحياناً أخرى تستقيم ممثلة للغاب الذى احتفظ بأماكن نموه الأصلى . ويزداد سمك التوفا بالاتجاه نحو أدنى النهر ، وتتخذ مظهرها المثالى . وهى وإن كانت تبدو عظيمة المسامية بل ومثقبة ، إلا أنها صلبة نسبياً ولونها بنى داكن صدئ بسبب التجوية ، ولكن لون مكسرها فاتح أو محمر . وتنطمس معالم طباقية التوفا حوالى مصب وادى جهام

ذلك انها تصبح فى هيئة كتل ضخمة ، يبدو أنها قد زحزحت من مكانها الأصلى بالإضافة إلى وجود كتل كبيرة من الطحلب المتحجر الذى يبدو فى شكل أشرطة أو حزم تتخذ هيئة أقواس تواجه أدانى النهر بجوانبها المحدبة ، ويرصع مصطبة التوفا عند مصب وادى جهام كثير من الكهوف التى تحوى أشكالا من الأعمدة الكلسية الهابطة (ستالكتايت) .

وبعد وادى جهام يتداخل هذا النمو المشوش للتوفا فى المارل المتناسق الطباقية بطريقة عادية . وينعدم وجود التوفا ، ابتداء من حوالى الكيلو ٦,٥ ، ويسود المارل قطاع المدرج من جديد . ومن حوالى مصب وادى جهام نزلا يظهر حصى جيد الإستدارة ، يتماسك ويلتحم بمادة حديدية ، وهو يمثل ظاهرة شبه مستمرة للطبقات السفلى المكشوفة ويكثر وجود الحصى والجلاميد الخشنة الحادة الحواف حول مصبات الروافد فى الوادى .

وعلى امتداد مسافة قصيرة بعد مصب وادى بورويس (على بعد حوالى ٣ كم من البحر) ، يرى الراسب كله وقد تكون من كتلة ضخمة من الأحجار الكبيرة الخشنة تماثل الاسكرى ، ثم تظهر التوفا بعد ذلك من جديد مكونة للجزء الأسفل من القطاع فى حدود سمك يبلغ ١٠ متر ، ولكنها ما تلبث أن تنتشر صعداً . وعند سور مدينة درنة ، وعلى بعد حوالى ٢ كم من البحر ، تظهر قطاعات رائعة من التوفا البيضاء والرمادية ، وتتخللها طبقات من المارل الأبيض والرمادى ، بالإضافة إلى مستويات من الحصى ، وكلها تنتظم فى طباقية واضحة. وينتهى وجود التوفا على بعد ١,٥ كم من البحر .

ولا شك أن المدرج العلوى بحكم مناسيبه وطبيعة مكوناته أقدم من المدرج السفلى . وقد فصلت بين المدرجين مرحلة نحت رأسى . وينبغى لتقرير عمره موازاته بخطوط الشواطئ القديمة وبمدرجات فى أودية أخرى تشق الحافة الساحلية للجبل الأخضر وتنتهى فى البحر ، كوادى القطارة . وبخصوص خطوط الشواطئ البلايوستوسينية لا تظهر فى مشارف درنه أرصفة بحرية واطئة على حوالى نفس منسوب المدرج العلوى ، ولكنها تظهر على ارتفاع ٢٠ متراً إلى الشرق من مدينة درنة بنحر ٥, كم ، وعلى بعد بضعة كيلو مترات إلى الغرب

منها ، مما يحدونا إلى القول بأن شاطئاً بحرياً قديماً كان يمر بجوار موقع المدخل الحالى لخانق الوادى . ولما كان مستوى رواسب المدرج العلوى ينخفض إلى نحو ١٣ متراً قبل مخرج الخانق ببضع عشرات من الأمتار ، فإننا نتوقع أن يكون المدرج أحدث نوعاً من خط الشاطئ ٢٠ متراً .

هذا ويوازى المدرج العلوى بوادى درنه ، مع الاختلاف فى نوع الراسب ، مدرج من مدرجات وادى القطارة بين منسوبى ١٢ ـ ٢٧ م ، سبق لنا تأريخه فيما بعد تكوين الرصيف البحرى الموناستيرى رقم ١ ، أى بعد نهاية الفترة الدفيئة الأخيرة (ريس ـ فورم) . ويعنى هذا أن الإرساب قد بدأ مع بداية جليد فورم ، واستمر أثناء دوره الأول .

لقد اتضح لنا من العرض السابق أن المدرج العلوى يحوى ثلاثة أنماط من الرواسب ، تتمثل فى الحصى والمارل والتوفا . وينتهى الحصى ، وهو نتاج تحطيم للصخر المحلى ، ابتداء من الكيلو متر ١٣ ، وتظهر الرواسب الكيميائية ممثلة فى المارل والتوفا . وكل راسب منهما يتحدد وجوده بأجزاء معلومة من القسم الأدنى للوادى . ويتم التداخل بين الراسبين بصورة عادية ، بالإضافة إلى ظاهرة استمرار كل منهما وطباقيته المنتظمة . ويدل هذا التناسق فى طبيعة كل من التكوينات الثلاثة وطباقيتها على أن إرسابها جميعاً كان بمثابة عملية مستمرة ومتعاصرة إلى حد كبير .

وحيثما تترسب التوفا وتستقر ، يصعب على الماء الجارى إزالتها ، بعكس الحصى والمارل . وبالتالى فإنها تستطيع إحداث اضطراب فى شكل قاع المجرى المائى . ومع هذا فإنه يبدو ، بدليل طباقيتها ، أنها أرسبت بدون إحداث اضطراب فى قطاع الوادى ، وتشذ عن ذلك النهاية الدنيا للتوفا العليا قرب مصب وادى جهام ، حيث يتضح الاضطراب من التغير الليثولوجى السريع للراسب من توفا إلى مارل بجميع سمكه ، كما تسوء طباقية التوفا . ويظن أن هذا الموضع كان موقعاً لمسقط مائى ، يتكون هو نفسه من التوفا . ويعزز هذا الاحتمال حزم الطحلب المتحجر المقوسة التى تماثل المئزر التوفى الذى يصاحب كثيراً من

الشلالات الحديثة ، كما تعضده تلك الكتل التوفية المنفصلة التى زحزحتها الجاذبية الأرضية من مكانها ، والتى تعكس بالتالى تغيراً حاداً فى مستويات قاع الوادى .

ويشير قطاع سطح المدرج ، الذى لا شك قد احتفظ بشكل قاع الوادى حين توقف الإرساب ، إلى ازدياد شديد الوضوح فى الانحدار قرب مصب وادى جهام ، وبالتالى إلى وجود مندفعات سالفة . وخلالها كانت المياه تجرى بفارق رأسى مقداره ٦٠ متراً ، ذلك أن سمك التوفا فى أعلى المسقط يبلغ ٩٠ متراً ، وسمك المارل فى أدنى المسقط ٣٠ متراً . ولا شك أن وجود التوفا العليا قد مارس تأثيراً قوياً على انحدارات الوادى لعدة كيلو مترات صوب أعلاه . ففيما بين عين بومنصور والكيلو متر ٧ ، نجد نسبة الانحدار ١ : ١١٠ ، بينما تبلغ نسبة انحدار القاع ١ : ٥٠ . ولعل هذا كان سبباً فى إمكانية ترسيب المارل فى هذا الجزء من الوادى .

ولما كانت التوفا الدنيا (بين الكيلو متر ٣ والكيلو متر ١,٥) تماثل التوفا العليا، فقد يصح القول بأنهما من أصل واحد ، هذا على الرغم من أن شكل قطاع الوادى لا يظهر أثراً لمسقط مائى فى موضع انتشار التوفا الدنيا . ومع هذا فمن الممكن أن يكون القاع الصخرى للوادى فى قسمه الأدنى واقعاً أسفل القاع الحالى بقدر كبير (قاعدة رواسب المدرج مطمورة غير مكشوفة فى مسافة الستة كيلو مترات الأخيرة من الوادى) ، وبالتالى كان انحداره أشد من انحدار سطح المدرج الحالى ، مما يعزز إمكانية وجود مندفعات هنا أيضاً .

وفيما يختص بأسلوب الإرساب نرى أن الحصى قد تم إرسابه فى فترة كان شتاؤها أقسى برودة من شتائنا الحالى ، لكنه كان أقل حدة من شتاء فترة إرساب حصى المدرج السفلى . ومادام وجود الحصى المدرج محصور فى الروافد وفى الجزء الأعلى من الوادى ، فإن جريان المياه أثناء تراكمه كان دائماً أقل عنفاً من السيول الحالية . ويدل على ذلك ويعززه إنتظام طباقية المارل .

وترسيب المارل والتوفا فى مجرى مائى أمر شاذ . ويتكون حالياً فى قيعان البحيرات (ترسيب كالسيت حبيبى) . لكننا لا نجد أى دليل على أن بحيرة

كانت موجودة بالوادى ، يمكن أن نرجع إليها اشتقاق المارل . ومن الممكن أن نعزو عملية الترسيب لنشاط الطحالب ، وساعد الإرساب إعاقة تدفق المياه عن طريق وجود النبات ، وإحتمال انسداد المجرى الرئيسى ، مؤقتاً ولكن بصفة متكررة ، بواسطة الرواسب التى كانت تجلبها الروافد القوية .

وتتكون التوفا حالياً حول ينبوع أو على وجه مسقط مائى ، كما يمكن أن تترسب على قاع مجرى مائى حول شلال وفى مواضع المندفعات ، وأمثالها قليل، لمسافة طويلة مما يسبب قلة مستمرة فى انحدار قاع النهر فى مواضع الترسيب ، كما ينشأ مسقط يعلو باستمرار عند النهاية الدنيا للتوفا .

وهناك شبه كبير بين هذه العملية والأسلوب الذى يظن أن توفا وادى درنة قد تكونت بطريقه . فلقد تدين التوفا العليا فى الوادى بنشأتها إلى شدة فى انحدار قاعه الصخرى أعلى مصب وادى جهام . كما يمكن أن يعزى ترسيب التوفا السفلى لوجود مثل هذا الانحدار الشديد ، الذى ربما كان يقع خارج المدخل الحالى للخانق مباشرة .

ويبدو أن توقف تكوين التوفا فى عصرنا الحالى ، رغم أنها تترسب فى قيعان قنوات الرى الاصطناعية ، يرجع إلى أن أسباب تكوينها فى الماضى لم تعد الآن متوفرة ، فترسيب التوفا فى المندفعات يتم عن طريق الرش بالماء فوق أسطح تبتل باستمرار ، ولا يشترط بالضرورة أن تغمر بالماء . ولكن يتطلب الأمر قدراً عظيماً من الرش ، لا يمكن أن يتأتى إلا إذا كان جريان الماء شديد الاضطراب ، وعلى مدى فترة طويلة من كل عام . كما ينبغى أن تكون مياه المندفعات عسرة جداً .

والجريان العادى للماء فى الوادى على مدار السنة فى وقتنا الحاضر هادئ، وإن كان الماء مشحونا ببيكربونات الكالسيوم ، فهو يصدر عن الينابيع . وتقل بالوادى بل وتندر حاليا مناسبات الجريان المضطرب للمياه ، وتتحدد بالفيضانات التى تحدث نتيجة للتدفق السطحى عقب سقوط وابل من المطر ، وبالتالى فمياه الجريان المضطرب ليست عسرة بالإضافة إلى ندرة هذا النوع من التدفق .

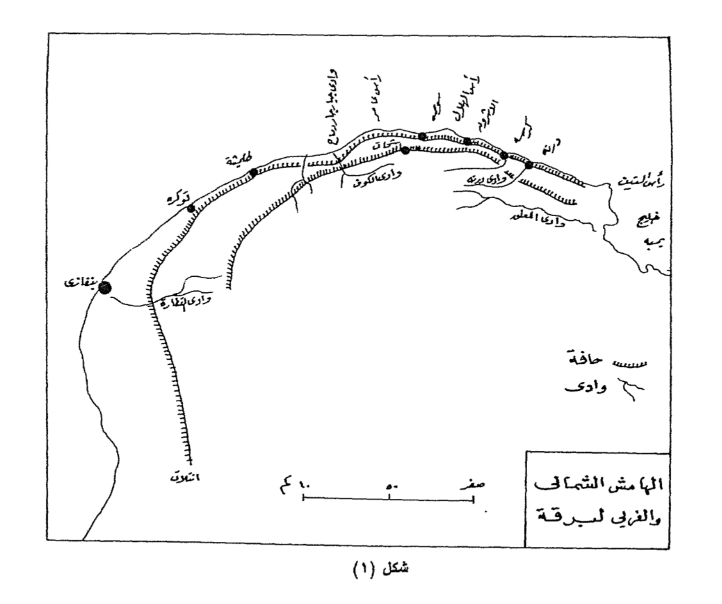
معنى هذا أن تكون توفا الوادى البلايوستوسينية قد توافرت له ظروف أخرى مواتية ، عدا عدم الانتظام فى قطاع قاع الوادى . فلابد أن يكون قد حدث فى وقت كان جريان المياه أثناءه أعظم بكثير منه فى وقتنا الحاضر ، وكانت المياه تنبثق من ينابيع غزيرة نشطة . تقع فى أعالى شبكة التصريف المائى للوادى ، وتصدر ، على الأرجح ، عن مستوى اللانجيان Langhian (ميوسين أسفل) الذى يغذى عديداً من الينابيع الصغيرة الدائمة فى وقتنا الحاضر . ذلك أن عين بومنصور وعين درنة لم يكن لهما وجود ، على ما يبدو ، آنذاك ، وإلا لتركتا أثراً فى الرواسب التى تكتنفهما ، إذ لا يتضح برواسب المدرج العلوى من حولهما أية تغيرات من أى نوع .

هذا وينبغى استبعاد افتراض سبب تكتونى لتركيز مؤقت للماء الجوفى فى مواضع معينة ، فمثل هذا نادر الحدوث ، ويستبعد وقوعه فى مناطق متفرقة فى وقت واحد ، فهناك رواسب مشابهة فى وادى النجعة وحول عين مارا ومنطقة اللترون . والأرجح أن يكون الجبل الأخضر برمته قد مر بدور مطير خلاله كان التساقط أغزر بكثير منه حالياً ، وعلى أمتداد قسم كبير من كل عام .

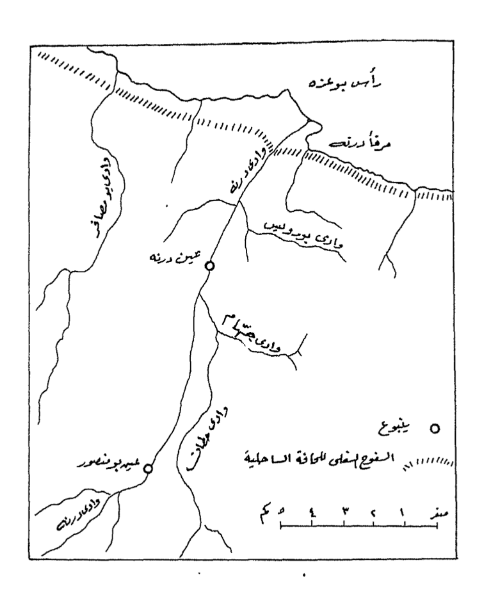
هذا ويمكننا تلخيص نتائج البحث الخاصة بالتاريخ الجيومورفولوجى والمناخى لمدرجات وادى درنة على النحو الآتى :

فترة الإرساب	أحوال المناخ	نوع الإرساب وأسلوبه
القسم الأول من فترة جليد فورم .	الشتاء أشد برودة من الحاضر والمطر أغزر بكثير منه حاليا	المدرج العلوى : حصى وتوفا ومارل كلسى ـ جريان الماء أثناء الترسيب دائم وأقل عنفا من السيول الحالية ـ وفى حالة التوفا كان الجريان فى مندفعات ومضطربا ـ مصدر المياه عيون عسرة فى أعالى الوادى .
مرحلة ما بين القسمين الأول والأوسط من جليد فورم .	شتاء دافئ ومطير لكنه أقل دفئاً وأكثر مطراً من الحالى الصيف جاف	توقف الإرساب ـ تعرية الرواسب السابقة ـ نحت رأسى فى الوادى .
القسم الأوسط من فترة جليد فورم	الشتاء عزير المطر وأشد برودة من شتاء فترة إرساب المدرج العلوى ـ درجات الحرارة حول الصفر ، وتراوحت بين درجتى التجمد والانصهار مما أدى إلى نشاط فعل الصقيع	المدرج السفلى : حصى ـ اسكرى التحم عقب الإرساب (بريشيا) جريان الماء دائم وأقل عنفاً من السيول الحالية .

فترة الإرساب	أحوال المناخ	نوع الإرساب وأسلوبه
مرحلة ما بين القسمين الأوسط والأخير من جليد فورم .	الشتاء دافئ مطير ، لكنه أقل دفئاً وأكثر مطراً من الحالى ـ الصيف جاف .	توقف الإرساب ـ تعرية البريشيا ـ نحت رأسى فى الوادى .
القسم الأخير من فترة جليد فورم .	الشتناء أبرد وأكثر مطراً من الحالى ، لكنه أقل برودة ومطراً من شتاء فترة إرساب المدرج السفلى ـ فعلى الصقيع أقل نشاطاً وتأثيراً ـ الصيف جاف على ما يبدو .	توقف الإساب ـ تجدد النحت الرأسى .
العصر الحالى .	الشتاء دافئ قليل المطر ـ الصيف حار وجاف .	توقف الإرساب ـ تجدد النّحت الرأسى .

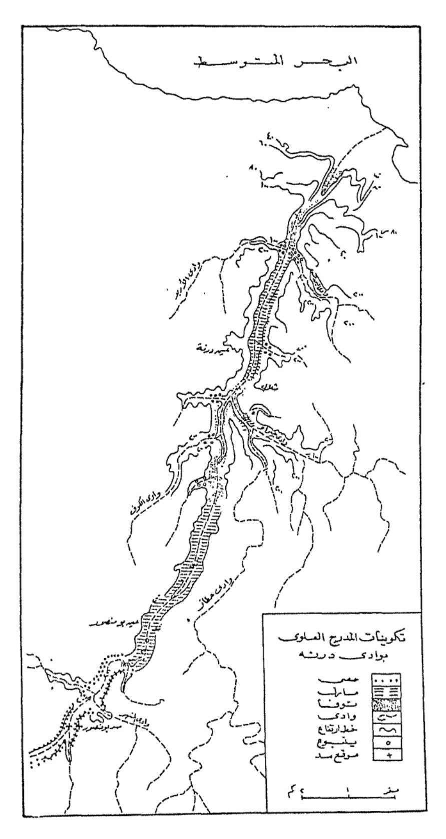

الهامش الشمالي والغربي لبرقة
حافة
وادي
صفر
٥٠
١٠٠ كم
بنغازي
توكره
طلميثة
وادي القطارة
وادي الكوف
شحات
وادي درنة
رأس التين
خليج بمبة

شكل (١)



وادى درنـــــه

شكل (٢)

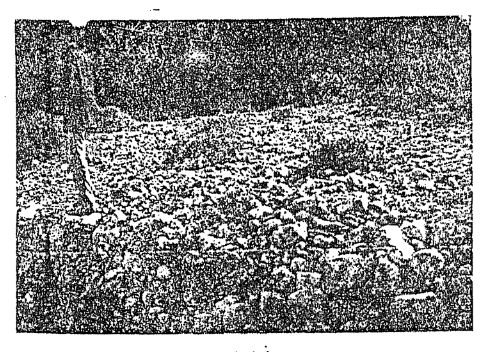

البحر المتوسط
تكوينات المدرج العلوي
بوادي درنه
حصى
مارل
توفا
وادي
خط ارتفاع
ينبوع
موقع سد
كم

شكل (٣)



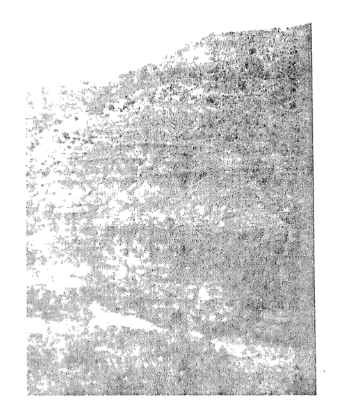
شكل (٤)

توفا المدرج العلوى خارج سور مدينة درنة مباشرة (الضفة الشرقية للوادى)
الطباقية واضحة - جزء من المدرج السفلى على يسار الصورة .



شكل (٥)

المدرج العلوى الحصوى فى أعالى وادى درنة بين ١٧ - ١٣ كم من البحر .



شكل (٦)

المارل الذى يكون المدرج العلوى فى المسافة بين ١٣ ـ ٩ كيلو متر من البحر ، وتظهر تكوينات الحصى أسفل المارل ، ويفصل بينهما سطح انفصال طبقى .



شكل (٧) المدرجات النهرية بوادى درنة .

البحث الثانى عشر

المياه الحفرية والتنمية
فى صحارى العالم العربى

المياه الحفرية والتنمية
فى صحارى العالم العربى

صحارى العالم العربى

نقصد بها تلك الأراضى المدارية وشبه المدارية التى تقع فى مهب الرياح التجارية الجافة ، فيما بين دائرتى العرض ١٤° ـ ٣٤° شمالاً تقريباً ، فى قارتى أفريقيا وآسيا . وتشمل الصحراء الكبرى الأفريقية وبادية الشام وشبه الجزيرة العربية .

ومناخها الحالى جاف وحار ، فلا يزيد المتوسط السنوى للتساقط على ٥ سم إلا نادراً ، ويتباين التساقط من جهة لأخرى وتختلف معدلاته من عام لآخر . والحرارة مرتفعة ، ويشتد القيظ صيفاً (بين ٤٠° ـ ٥٠° مئوية) ، فترتفع معدلات التبخر التى تزيد فى العادة على ١٢٠سم. والجريان المائى السطحى حين التساقط غير ذى أهمية ، وقد تنجم عنه آثار سلبية .

والنتيجة أن ظروف المناخ الحالى لا توفر الماء الكافى لمختلف أغراض معيشة الانسان ، كما أنها لا تسهم بقدر يذكر فى تعويض الفاقد من المخزون المائى الجوفى ، فإن أى تساقط قد لا يصل إلى سطح الصحارى الظمآنة . وقد تبين من مختلف الأبحاث وعديدها ، أن كل المياه الجوفية فى صحارى العالم العربى هى مياه حفرية قديمة ، يرجع أحدثها إلى أواخر عصر البليستوسين ، وأقدمها إلى عصور الزمن الثالث .

ولقد يتساءل البعض : أن بعض هوامش صحارينا العربية ، وأجزاء من داخليتها ماطر ، قد تتلقى كمية من التساقط تزيد على ٨٠ سم فى فصل واحد، كالأجزاء الشاهقة الارتفاع من جبال عسير ، وذرى مرتفعات تيبستى وتاسيلى والحجار ، وهذا صحيح ، ولكن تلك الشواهق تتألف من صخور نارية ومتحولة متبلورة ومندمجة وصماء ، فلا تسمح بإنفاذ المياه وتسربها ، كما لا تستطيع تخزينها . فتجرى المياه فوق أسطحتها حتى تتبدد ، ويضيع معظمها بالتبخر ... أما

فى أجزاء صحارينا الغربية التى تتركب من صخور رسوبية قادرة على إنفاذ المياه وتخزينها ، تكون كمية الأمطار التى تسقط فوقها قليلة ، لا تجدى فى تغذية مخازن المياه الجوفية .

مناخ الماضى والماء الحفرى فى الصحارى العربية

لقد تميز الزمن الرابع بحدوث تغيرات مناخية شملت الأرض جميعاً ، وكان للهبوط السريع فى درجات الحرارة مع التساقط فى هيئة ثلج أثره فى تجليد يابس العروض العليا ، بل والجبال الشامخة فى النطاق المدارى الحار ذاته . وقد حدث التجليد فى فترات تراوح عددها بين أربع وست ، تعاقبت مع فترات دفء فصلت بينها .

وقد تبين حدوث تتابع مشابه لفترات رطبة وأخرى جافة أثناء المليون سنة الأخيرة ، وأمكن اقتفاء آثار لها فى كثير من جهات الصحارى العربية المدارية وشبه المدارية الواقعة فى مهب الرياح التجارية الجافة فى وقتنا الحالى .

وبسبب اجتماع حدوث كلتا الظاهرتين (تتابع الجليد والمطر) فى زمن واحد هو الرابع ، وعن طريق دراسات متيورولوجية معلومة ، أصبحنا ننظر إلى فترات المطر على أنها نتاج لتأثير فترات الجليد ، كما أصبح فى الإمكان النظر إلى فترات الجفاف على أنها نتاج فترات الدفء ، مثل فترة الدفء الحالية .

وهنا نتساءل :

ما مدى أهمية الفترات المطيرة السالفة لمناطق العمران الحالية فى الصحارى العربية ؟

وإلى أى حد يمكن استغلال المياه الجوفية الحفرية لمشاريع الزراعة وخطط التنمية فى أقطار العالم العربى ؟

وهل هذه المياه الجوفية الحفرية بمثابة مصادر مياه متناقصة ، أم هناك عمليات تعويض ، بطريق أو بآخر ، لما يستهلك منها ؟

وللإجابة على هذه التساؤلات ينبغى أن نحدد بوضوح ما يلى :

١ ـ المدى الزمنى الذى ساد خلاله المطر وعم الصحارى العربية .

٢ ـ تقدير كمية الأمطار التى كانت تتساقط سنوياً ، ونظامها وموسمها .

٣ ـ أحوال الجو الحرارية أثناء مواسم تساقط الأمطار .

ولكى نقترب من هذه الأهداف نقسم الصحارى العربية إلى أربعة نطاقات عرضية تتوالى من الشمال نحو الجنوب ، والتقسيم النطاقى بصحارينا على امتداد دوائر العرض مفيد جداً لهذه الدراسة ، كما أن الصحارى العربية تمثل إقليماً مثالياً لهذا التقسيم النطاقى بالنسبة للظروف المناخية .

وفى كل نطاق ندرس فى إيجاز الحالة المناخية من حيث الرطوبة والحرارة خلال أعصر الزمنين الثالث والرابع بالقياس لأحوال مناخ عصرنا الحالى .. فيما إذا كان المناخ فى أىٍّ من تلك الفترة الزمنية مشابهاً لمناخ الحاضر ، أو مختلفاً أو مغايراً له .

الحرارة فى الزمنين الثالث والرابع

لقد تبين من مختلف الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية أن حرارة جو الأرض أثناء عصور الزمن الثالث حتى عصر البلايوسين كانت عالية ، وابتداء من البلايوسين أخذت الحرارة فى الانخفاض التدريجى . ومع بداية البليستوسين حدث الانخفاض الحرارى السريع الذى بلغ شأوه بعد انقضاء نحو خمسى (٤٠ ٪) ذلك العصر ، حين تحول مناخ وسط أوروبا إلى أحوال المناخ القطبى ، وبدأت أول فترة جليدية حقيقية وهى فترة الدانوب التى سبقت فترة جونز الجليدية منذ حوالى ستمائة ألف سنة .

وتتصف كل الفترات الجليدية التالية وهى : جونز ومندل ، وريس ، وفورم ، بتطور وتتابع مناخى متشابه الخصائص نجمل سماته فيما يلى :

انخفاض حرارى سريع فى الغلاف الجوى مقداره نحو ٨°م ، وحوالى ١٦°م

فى طبقة الجو السفلى فى وسط أوروبا ، ثم ارتفاع حرارى سريع يصل إلى المعدل الحالى أثناء فترات الدفء فيما بين فترات الجليد .

أحوال المناخ فى الصحارى العربية عبر نطاقاتها الأربعة أثناء الزمنين الثالث والرابع

إذا نظرنا إلى التتابع المناخى فى النطاق الصحراوى الواقع شمالى دائرة العرض ٣٠ْ شمالاً ، والذى يشمل جنوب مرتفعات أطلس ، وطرابلس الغرب وبرقة ، وبادية الشام ، يمكننا إقامة الدليل القاطع على معاصرة جميع الخمس أو الست فترات الجليدية البليستوسينية فى وسط أوروبا ، لنفس العدد من الفترات المطيرة فى الأراضى التى يشملها هذا النطاق . وهذا ما ظهر جلياً عن طريق الربط بين المصاطب النهرية ، ومصاطب الأودية ، والأرصفة البحرية ، وقطاعات الرواسب فى المغارات ، والأجيال الكارستية ، والقشور الجيرية وتحليل الكربون ١٤ . وتلك دراسات مستفيضة ومتنوعة وتغطى صحارى العالم العربى ، قام بها بحاث نذكر منهم : مينشينج (١٩٥٣ ، ١٩٦٠) وبالوت (١٩٥٢) ، وشوبر (١٩٥٧) ، وليفران (١٩٧٧) ، وشفارتزباخ (١٩٧١) فى المملكة المغربية. وبوتسر (١٩٥٨) وبوديل (١٩٦٢) ومورتنسين (١٩٧٣) وجودة (١٩٧٧) فى الجزائر . وكنيتش (١٩٥٠ ، ١٩٦٢) وجودة (١٩٧٣ ، ١٩٧٥) وجراول (١٩٧٩) وميكيلاين (١٩٧٩) وكوبيينا (١٩٨١) فى ليبيا . وبوتسر (١٩٥٩) وميرزاييف (١٩٦٢ ، ١٩٧٠) وعادل عبد السلام (١٩٦٨ ، ١٩٧٤) وكايزر (١٩٧٣) وبروناكر (١٩٨٠) وجوده (١٩٨١) فى سوريا . وبوتسر (١٩٥٩) وبوردون (١٩٦٩) وبيندر (١٩٧٤) فى الأردن .

وقد كانت فترات الجليد الشمالية تتحكم فى ظهور فترات المطر فى الهامش الشمالى لصحارى العرب الواقع شمالى دائرة العرض ٣٠ْ شمالاً . فبدون وجود جليد فى الشمال ، لا تحدث فترة مطر فى هذا الهامش الشمالى

الصحراوى . ويعزز هذا الاستنتاج عدم وجود آثار لفترات مطيرة واضحة فى هذا النطاق فيما قبل البليستوسين ، وفيما بعده . وقد تميزت فترات المطر البليستوسينية بالبرودة يدل عليها تكوينات الاسكرى فى أودية الجبل الطرابلسى (جودة ١٩٧٥) ، وهضبة برقة (هيى ١٩٦٣ ، وجودة ١٩٧٥) وهى نتاج لزيادة معدلات الرطوبة والتبريد وفعل الصقيع . وكان التساقط يزيد على ٤٠ سم، وموسمه النصف الشتوى من السنة كما فى جنوب أوروبا فى وقتنا الحالى . وقد نتج عن ارتفاع كمية المطر مع انخفاض الحرارة جريان سطحى مؤثر شبه دائم تدل عليه المدرجات النهرية بوديان الجبل الأخضر (وادى القطارة ووادى درنة ـ جودة ١٩٧٢) والجبل الطرابلسى (المجينين ـ جودة ١٩٧٥) أضف إلى ذلك امكانية تسرب كميات كبيرة من المياه حيثما كانت نوعية الصخور مواتية ، وذلك خلال فترات المطر التى تخللت عصر البليستوسين الذى دام نحو مليون سنة ، والذى انقضى منذ نحو عشرين ألف سنة .

وتختلف الأحوال عن ذلك نسبياً فى النطاق الشمالى من وسط صحارى العالم العربى ، وهو الواقع فيما بين دائرتى العرض ٢٥° ـ ٣٠° شمالاً تقريباً ، والذى يشمل جنوب الجزائر ، وليبيا ، ومصر ، وشمال شبه جزيرة العرب . وهنا تدل الشواهد على حدوث فترة مطيرة فى أواخر الزمن الثالث (فى عصر البلايوسين) نظن أنها امتدت إلى البليستوسين القديم ، تظهر آثارها فى لوم أحمر عظيم الانتشار فى الجزائر (بوديل ١٩٧٢ ، وميكيلاين ١٩٧٤) وفى الهروج بليبيا حيث السمك عظيم يبلغ بضعة أمتار (جودة ١٩٧٥ وكوبيينا ١٩٥٩) ودور النشاط النهرى فى صعيد مصر (بفانين شتيل ١٩٦٣) .

وكان النصف الأول من البليستوسين (باستثناء الأوائل) جافاً ، أما النصف الثانى فكان ماطراً (انظر أبحاث كنيتش ، ومينشينج ، وبوتسر ، وجودة ـ نشاط نهرى ومدرجات نهرية) ،إضافة إلى فترة مطيرة (أو شبه مطيرة فى العصر الحجرى الأوسط والعصر الحجرى الحديث (بوتسر ، وبوتسر وهانسين ١٩٥٩ ، ١٩٦٧، ١٩٦٨) .

والخلاصة أن زمن تساقط الأمطار فوق أراضى هذا النطاق الشمالى من

وسط الصحارى العربية يشمل فترات مقطعة فى عصر البلايوسين الذى دام بين ١٠ ــ ١٢ مليون سنة ، إضافة إلى النصف الثانى من البليستوسين (أى خلال حوالى نصف مليون سننة) مع تساقط متوسط الكمية خلال فترتى حضارة الحجرى المتوسط وحضارة الحجرى الحديث . وكان المتوسط الحرارى فى البلايوسين أعلى منه فى عصرنا الحالى ، وفى البليستوسين أقل من عصرنا الحاضر . وكانت كمية المطر السنوى تزيد على ٤٠ سم ، وموسمها النصف الشتوى من السنة ، كما كان الجريان السطحى مؤثراً ، والتسرب فعال حيثما سمحت الظروف الجيولوجية . ويمثل اللوم الأحمر السميك والواسع الانتشار دليل مطر البلايوسين وحرارته ، كما تشير المدرجات النهرية والنشاط النهرى إلى مطر النصف الثانى من البليستوسين وبرودته .

فإذا ما انتقلنا إلى النطاق الجنوبى من وسط الصحارى العربية ، الواقع فيما بين دائرتى العرض ٢٠ْ ــ ٢٥ْ شمالاً ، والذى يشمل مرتفعات حجار ، وجنوب ليبيا ، وأقصى جنوب مصر (٢٢ْ ــ ٢٥ْ شمالاً) والهامش الشمالى للسودان (٢٠ْ ــ ٢٢ْ شمالاً) ووسط وشبه الجزيرة العربية ، فإننا نجد هذا النطاق قد ساده أثناء الزمن الثالث كله تعاقب لفترات رطوبة وجفاف . وشاعت ظروف مناخية مدارية وشبه مدارية فصلية الرطوبة . وتؤكد الأبحاث سيادة أحوال مناخ السافانا بحرارتها ومطرها فى هذا النطاق الجنوبى من وسط الصحارى العربية من بداية عصر المايوسين وحتى أواخر عصر البلايوسين ، وتتمثل الشواهد فى تربات حمراء وطبقات سميكة من الكاولين فى ليبيا والجزائر (كوبيينا ١٩٥٩) والسعودية (قادشى ١٩٧١) والسطوح التحاتية القديمة فى الحجار (بوديل ١٩٧٧) . وكان البليستوسين القديم والأوسط جافا ، بينما كان كل من البليستوسين الحديث والقسم الحديث من عصر الهلوسين (خاصة الحجرى الحديث) ماطراً (بوتسر ١٩٦٨ ، شفارتزباخ ١٩٧٣) . وكان المطر متصلاً (أكثر من ٤٠ سم سنوياً) من فترة جليد ريس عبر فترة إيم (ريس ـ ڤورم الدفيئة) إلى فترة جليد فورم . وكانت الحرارة أقل من عصرنا الحاضر (برودة نسبية) وكان الجريان السطحى مهما ، والتسرب خلال التكاوين الصخرية المسامية فعالاً .

ويبقى التتابع النطاقى فى الهامش الجنوبى لصحارى العرب الذى يقع بين دائرتى عرض ١٤ ـ ٢٠ْ شمالاً ، ويشمل جنوب شبه الجزيرة العربية وشمال السودان كما يحتوى تشاد والسنغال . وهنا تشير الشواهد إلى تعاقب مطر وجفاف أثناء الزمن الثالث ، وكانت كمية الأمطار السنوية لا تقل عن ٤٠ سم ، وموسمها الصيف خلال ٦ إلى ٧ أشهر ، وفى ظل هذه الظروف المناخية نشأ اللوم الأحمر المدارى القديم ، والذى يتكون ما يشبهه حالياً فى نطاق السافانا الرطبة . وكان البليستوسين أقل حرارة من الحالى ، وجافا فيما عدا أواخره ، وفى الهولوسين الحديث لم تكن فترة مطر الحجرى الحديث مجرد ذبذبة رطبة ، وإنما تحولت هنا إلى دور ماطر شمل كل القسم الحديث من الهولوسين ، واستمر هذا الدور حتى عصرنا الحاضر ، وكانت كمية المطر تزيد على ٢٠ سم ، وتسقط صيفاً فيما بين ٣ إلى ٤ أشهر .والنطاق كله يفترش فى وقتنا الحاضر بغطاء من السفانا الشوكية ، وتزركشه أشجار نامية من السنط عالية ، وقد زحفت هذه السفانا منذ العصر الحجرى الحديث مسافة تقرب من ٣٠٠ كم فوق نطاق الكثبان الرملية الذى يمتد من السنغال إلى منطقة بحيرة تشاد فوق مسافة تبلغ زهاء ٤٠٠٠ كم بعرض يبلغ ٣٠٠ كم .

ويشهد هذا النطاق العظيم من سلاسل الكثبان الرملية القديمة على أن النطاق الجنوبى من الصحراء الكبرى (ومثله ، مع الفارق ، النطاق الجنوبى الشرقى من شبه جزيرة العرب ـ الربع الخالى) ، كانت تسوده ظروف مناخية أجفّ بكثير منها فى وقتنا الحالى ، وذلك فى النصف الأول من الهولوسين .

الماء الحفرى ومجتمعات صحارى العرب

وتبقى بعد ذلك الإجابة على التساؤلات التى أثرناها فى بدايات هذه الدراسة : ما مدى أهمية الفترات المطيرة السالفة لمناطق العمران الحالية فى صحارى العرب ؟ وإلى أى حد يمكن استغلال مخازن المياه الحفرية لمشاريع الزراعة وخطط التنمية فى أقطار العالم العربى ؟ وهل هى بمثابة مصادر مياه

متناقصة ؟ أم هنالك عمليات تعويض ، بطريق أو بآخر ، لما يستهلك منها ؟

ظهر من خلال عرضنا للتسلسل المناخى فى صحارى العرب منذ بداية الزمن الثالث وحتى حلول الجفاف الحالى ، تعاقب فترات المطر والجفاف ، ولا شك أنه فى أثناء فترات المطر المديدة كانت الحياة النباتية تينع وتزدهر ، كما كانت الكميات الكبيرة من المياه تجد طريقها إلى الأعماق حيث تختزن فى الطبقات الصخرية الرسوبية ، والآن وقد حل الجفاف ، غدت المياه الجوفية الحفرية تتحكم فى وجود الحياة فى الصحارى العربية ، وفى استمرارها وتطويرها . ومن هنا كان الجهد المبذول فى التنقيب عن هذه الثروة المائية ، لتطوير وتوسيع مناطق مزروعة ، أو لاستغلالها فى مشروعات زراعية جديدة ، وبالتالى تهيئة مناطق استيطان واستقرار لسكان الصحراء ، أضف إلى ذلك النمو الحضرى المتزايد فى أقطار العرب الصحراوية البترولية ، وتعاظم الطلب على المياه للاستخدامات المنزلية وللصناعة .

ملكية الماء فى الصحراء :

ليس أدل على أهمية الماء الحفرى بالصحراء من أن الملكية فى الصحارى هي ملكية المياه وليست ملكية الأرض ، وتلك هى الملكية السائدة فى قرى واحات الوادى الجديد بصحراء مصر الغربية ، ذلك أن رقعة الأرض الممكن زراعتها تتوقف على كمية المياه التى تنبثق من الآبار والعيون ، فالمياه الجوفية فى صحارى العرب هى العامل المحدد لنوع الحيازة ، لأنها المصدر الوحيد للرى « باستثناء واحة النيل فى مصر وشمال السودان » فمن يملك المياه له حق الانتفاع بالأرض التى تقع فى زمام البئر أو العين . ولما كانت العيون والآبار معرضة دائما لخطر الانطماس بفعل الرمال التى تسفيها الرياح ، ولتناقص مياهها مع تزايد السحب ، لجأ السكان ــ لتأمين حياتهم ــ إلى توزيع ملكياتهم على عدد منها ، بدلاً من تركيزها حول بئر أو عين واحدة ، مما يعرضها للزوال إذا انطمرت العين أو البئر أو جفت المياه فيهما .

ويخضع قسم هام من مصادر المياه الحفرية فى واحات صحارى العرب فى ملكيته وتوزيعه للأعراف والعادات المتوارثة ، ويزداد مجال تدخل العرف والعادات فى تحديد أنصبة الأفراد من المياه كلّما شحت تلك المياه ، وأصبحت عزيزة ، لدرجة أن ملكية المياه تصبح منفصلة عن ملكية الأرض . ويزداد تعقيد الملكية الجماعية للماء وتوزيعه إلى حصص عادلة فى كلٍّ من واحات صحارى جمهورية سورية والجمهورية الجزائرية ، بسبب تزايد عدد التجمعات السكانية وتعاظم أهمية المياه . ويخضع هذا كله لنظام دقيق يختل بأى تدخل أو تغيير ، لا يستطيع تعديله سوى الخبير المدعو « شيخ الماء » .

الماء فى جوف صحارى العرب ماء حفرى :

ليست بنا حاجة لتأكيد هذه الحقيقة ، فإن كل الدراسات بظروف المناخ الحالى بصحارى العرب ـ وما أكثرها ـ تنتهى حتماً إلى نتيجة سلبية فيما يختص بعمليات التعويض لما يستهلك من المخزون المائى بجوف الصحارى العربية ، فإن أى تساقط قد يتبخر قبل أن يصل إلى سطح البوادى الظمآنة .

وقد تبين أن كل المياه الجوفية فى صحارى العرب هى مياه حفرية قديمة ، يرجع أحدثها ـ كما سبق أن أوضحنا ـ إلى أواخر البليستوسين ، وفترات قصيرة محدودة فى الهولوسين ، وأقدمها إلى عصور الزمن الثالث .

وتشير الأدلة القاطعة إلى أن المياه الجوفية العميقة مياه قديمة ، فقد أمكن للتحليل بواسطة كربون ١٤ تقدير عمر بعض المياه الموجودة على أعماق تصل إلى ٤٠٠ متر وأكثر ، وفى مناطق مختلفة بصحارى العرب ، وتبين أن أعمارها تتراوح بين ٤٥,٠٠٠ (خمسة وأربعين ألف) سنة ، و١٠,٠٠٠ (عشرة آلاف) سنة . ففى صحارى مصر وليبيا والجزائر تبين من مختلف الدراسات المعملية (كربون ١٤) التى قام بها بحاث من أمثال كليتش ، وهانسين وغيرهما ، أن المياه الجوفية ترجع إلى أواخر جليد فورم ، وأعطيت أعمار لكثير من العينات

على أعماق متفاوتة وفى مناطق متفرقة ، تراوحت بين ٢٥٠٠٠ ـ ٤٥٠٠٠ سنة، ووصلت إلى اعمار متشابهة للأبحاث التى قام بها خبراء شركة أوكسيدينتال للبترول بالنسبة لمياه جوف منخفض واحات الكفرة بالجماهيرية الليبية . كما تمكن كليتش (١٩٧٧) من تقدير أعمار مياه حوض مرزوق الجوفية بإقليم فزان الليبى فيما بين ٧٠٠٠ ـ ١٠,٠٠٠ سنة أى منذ آخر دور مطير فى الهولوسين الحديث (العصر الحجرى الحديث) . وقد برهنت الأبحاث التى أجريت لصحارى المملكة السعودية على أن عمر مياه تكوينات سوك ٢٨٠٠٠ سنة (أوتكن ـ ١٩٧١) ، وتراوحت أعمار مياه تكوينات منجور بين ١٦٠٠٠ ـ ٤٠٠٠٠٠ سنة (قادحى ١٩٧١) ، وتبين أن المياه العميقة فى هذه المستودعات الجوفية تصل درجة حرارتها إلى أكثر من ٤٢° م (بومنت ١٩٧٧) .

الماء الحفرى ومشاريع التنمية

إذا استثنينا التجمعات السكانية فى أودية الأنهار المحدودة الرقعة ، والتى تعتمد الحياة فيها على مياه تلك الأنهر الدائمة الجريان ، فإن أراضى أقطار العرب الشاسعة المساحة شديدة الجفاف . وحتى عهد قريب كانت حرفة الرعى التى يمارسها البدو ، إلى جانب الزراعة فى مساحات محدودة فى الواحات ، هى عماد اقتصاد تلك الأقطار . وبعد اكتشاف الثروات البترولية ، استفادت بلدان العرب من العائدات التى ارتفعت سريعاً منذ نهاية الحرب العالمية الثانية ، وبدأ فى توظيفها منذ أواخر الستينات لتنفيذ مشاريع التنمية التى تعددت خلال العقود الأخيرة.

مشاريع الزراعة بالماء الحفرى فى صحارى مصر :

اهتمت سياسة مصر الزراعية منذ مطلع القرن التاسع عشر إلى التوسع الزراعى الرأسى بإدخال نظام الرى الدائم على نطاق واسع ، وتلك كانت ثورة زراعية بكل المقاييس الإقتصادية ، وإلى التوسع الأفقى باستصلاح أراضى شمال

الدلتا ، ثم الاهتمام بأمور الزراعة فى الواحات وفى هوامش الدلتا الصحراوية ، ومع بداية خمسينيات هذا القرن العشرين صار استزراع الأراضى الصحراوية على نطاق واسع مطمحاً قومياً .. فكان مشروع مديرية التحرير الزراعى العمرانى المعتمد على مياه النيل ، وكان مشروع الوادى الجديد الذى نذكره كمثال رائد للتأثير المباشر الذى تمارسه المياه الجوفية الحفرية على مشاريع التنمية .

فالمياه الجوفية الحفرية هى المصدر الوحيد للزراعة فى واحات صحراء مصر الغربية ، فهى هناك المصدر الوحيد للزراعة ، ويتم الحصول عليها عن طريق الابار التى حفرتها الهيئة المشرفة على تنفيذ المشروع ، وكان مقدراً للآبار الإرتوازية أن تتدفق منها المياه تلقائياً لمدة لا تقل عن ١٥ سنة ، فإذا ببعضها يحتاج للضخ بعد مضى ٦ شهور فقط من بدء التشغيل (حافظ مصطفى ١٩٦٨ ، صفحات ٢٤٠ ـ ٢٩١) ، كما أن طاقة الآبار أخذت فى التناقص باستمرار ، مما أدى إلى انكماش المساحات المنزرعة ، وتركت أجزاء من الأراضى المستصلحة بدون زراعة ، وبالتالى إعاقة تنفيذ الخطة كما كان مقرراً لها . أضف إلى ذلك أن التركيب الكيميائى للمياه الجوفية كان له أثره السلبى أيضاً ، فقد نشأ عن زيادة نسبة الأملاح بسبب كثرة سحب المياه ، تقليل فترة استهلاك البئر من عشر سنوات إلى خمس سنوات ، وهذا يتطلب ضرورة حفر آبار جديدة باستمرار ، مما أدى إلى تزايد نفقات المشروع .

وطبيعى أن تتناقص المياه المتدفقة من العيون والآبار القديمة التى يملكها الأهالى ، بل أنها جفت تماماً فى كثير من القرى نتيجة لحفر الآبار الجديدة التى تصل إلى أعماق أبعد من أعماق تلك الآبار ، فانكمشت مساحة الأرض المزروعة ، وتأثر النخيل بقلة المياه ، فقل محصول البلح الذى يعتمد عليه الأهالى اعتماداً أساسياً كمصدر للدخل .

هذا ويواجه المشروع صعوبات أخرى منها : زحف الكثبان الرملية على القرى ومزارع النخيل والأراضى الزراعية والعيون والآبار ، وموجات الحرارة الشديدة اللافحة التى تتلف المزارع خاصة فى الصيف ، وصعوبة عمليات الصرف نتيجة لانسداد المصارف بالرمال ، وازدياد ملوحة التربة ، ثم مشكلة التسويق بسبب

طول المسافات بين القرى ، وبينها وبين مدن وادى النيل ، وبالتالى صعوبة ربط اقتصاد المنطقة وإدماجه فى الاقتصاد القومى .

وترتب على هذا كله نقص العائد للأهالى من الزراعة وتربية الماشية ، فنشأت عندهم مشاعر الإحباط وعدم الثقة فى المشروع كوسيلة لتحقيق مزيد من الربح والفائدة ، وضعف إقبالهم على المشاركة فى تنفيذه ، وبالتالى فقدت التنمية هناك أحد المبادئ الهامة التى تعتمد عليها فى تنفيذ خطتها ، وهى المشاركة الإيجابية من جانب السكان .

مشاريع الزراعة بالماء الحفرى فى صحارى ليبيا :

النهر الصناعى العظيم

وننتقل من الوادى الجديد فى مصر إلى **النهر الصناعى العظيم** بليبيا وهو مشروع يهدف إلى نقل المياه الحفرية من آبار يتم حفرها فى منخفض الكفرة وإقليم السرير فى جنوب شرق ليبيا . حيث أشارت الدراسات إلى وجود مستودعات جوفية للمياه يمكن الإفادة منها فى المناطق الساحلية التى تعانى أزمة الحصول على احتياجاتها من المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلى نظراً لازدياد نسبة الأملاح فى المياه المحلية وارتفاع تكلفة اعذاب مياه البحر ، إضافة إلى استخدام تلك المياه فى إنشاء مشاريع زراعية ومجتمعات عمرانية جديدة .

وقد بدأ العمل بالمشروع الذى تنفذه شركة كورية فى أواسط الثمانينات، وافتتحت مرحلته الأولى فى أواخر عام ١٩٩١ ، إذ تدفقت المياه الحفرية من آبار الكفرة والسرير خلال أنابيب يتجاوز طولها (١٠٠٠) ألف كيلو متر ، وقطرها (٤) أربعة أمتار ، إلى خزان بمدينة اجدابيا على ساحل خليج سرت تبلغ مساحته (١) واحد كم٢ . وفى مرحلة تالية سيتم توصيل خزان اجدابيا بخزانين آخرين بنفس المساحة ، أحدهما فى بلدة سلوق (شرق اجدابيا) والآخر ببلدة القرضابية (غرب اجدابيا قرب بلدة سيرت) ، ويتكلف المشروع الخاص بنقل المياه بجميع مراحله ـ عدا نفقات استصلاح الأراضى المزمع زراعتها ـ نحو

(٧) سبعة مليارات دولار بأسعار عقد الثمانينات .

ويَطْمحُ أهالى طرابلس إلى تنفيذ مشروع مماثل لنقل المياه الجوفية الحفرية بإقليم فزان بجنوب غرب ليبيا إلى مدينة طرابلس وما يجاورها من المدن الساحلية ، عبر أنابيب بنفس القطر ، وحوالى ذات الطول . وتقدر تكاليفه بأكثر من ثلاثة أمثال تكاليف المشروع السابق ، خاصة أن الأنابيب ستعلو هضبة الحمادة ، وتعبر حافة الجبل الطرابلسى إلى سهل الجفارة ، وعبره إلى طرابلس . هذا وقد قدر الخبراء عمر الإفادة من المياه الجوفية الحفرية من الكفرة وفزان بنحو خمسين عاماً .

مشروع الكفرة الزراعى بليبيا :

يوجد المشروع فى منخفض الكفرة الواقع إلى الجنوب من بنغازى بنحو (١٠٠٠) ألف كيلو متر . وينمو بالمنخفض نخيل التمر طبيعياً ، وتعتمد محلات العمران فى الواحات المبعثرة على زراعة معاشية تقوم على الرى من العيون والآبار .

وفى عام ١٩٦٨ اكتشفت شركة أوكسيدنتال ـ أثناء تنقيبها عن البترول فى جوف أراضى المنخفض ـ كميات كبيرة من المياه الجوفية التى يقدر عمرها بنحو (٤٠٠٠٠) أربعين ألف سنة فى صخور الحجر الرملى النوبى . وحين وجدت الشركة أن المياه صالحة للرى أنشأت مزرعة تجريبية مساحتها (٦٠٠) هكتار (أى حوالى ١٤٠٠ فدان مصرى) لتعويض خسائرها فى التنقيب عن البترول الذى فشلت فى العثور عليه هناك. وعلى الرغم من أن تربة أراضى المنخفض تتكون من رمال مجدبة ، فإن انتاجيتها من القمح والشعير وحشائش الحلفا كانت كبيرة ، وذلك نتيجة لاستخدام المياه والأسمدة بكميات وفيرة ، كما تمت بنجاح تجربة تربية ٥٠٠رأس من الأغنام الليبية .

وقد جرى تأميم المشروع فى أعقاب الثورة الليبية ، وتم دفع تعويض لشركة البترول ، وكان ذلك فى عام ١٩٧٠ ، ووضعت هيئة المشروع برنامجا يهدف إلى

استـزراع (١٠٠٠٠) عـشـرة آلاف هكتـار شـرقى قـرية الجـوف ، مع إمكانيـة استزراع (١٠٠٠٠) عشرة آلاف هكتار أخرى فى المستقبل. وتم حفر وتشغيل (١٠٠) مائة بئر حتى عام ١٩٧٥ ، وتحول المشروع بذلك إلى مشروع انتاجى يهدف إلى تربية الأغنام على محاصيل العلف من الشعير والحلفا على نطاق واسع وللتـصـدير إلى مـدن السـاحل . وبلغ عـدد الأغنام فى عـام ١٩٧٥ حـوالى (٢٥٠٠٠) خمسة وعشرون ألف رأس ، وكان يؤمل أن يزداد العدد فى المستقبل ليصل إلى ربع مليون رأس .

ولا شك أن مياه الخزان الجوفى فى منخفض الكفرة حفرية ، ترجع إلى عصور الزمنين الثالث والرابع . وأدلة ذلك هناك كثيرة تتمثل على الخصوص فى التربات القديمة ، وفى نظم وديان كبيرة . وتمتلئ الأودية حاليا بحصى السرير إلى أعماق غير معلومة . ومثل هذه الظواهر هى نتيجة لتعرية مائية حينما كان منسوب الماء الجوفى مرتفعاً ، وكانت الأمطار غزيرة والحرارة منخفضة نسبياً مما كان يسمح بجريان سطحى مؤثر ، أدى إلى تكوين شبكة الأودية . وهذا التفسير يتلاءم مع تكوين مخزن الماء الباطنى فى الصخور الرملية النوبية وتجمع المياه فيه وهو التفسير الذى نقترحه أيضاً لتكوين الشكل العام للمنخفض ذاته (مع عوامل أخرى) أثناء الزمنين الثالث والرابع .

وقد ادعت شركة أوكسيدنتال أن العمر الاقتصادى للمستودع المائى الجوفى بالكفرة يزيد على (٥٠٠) خمسمائة سنة ، حتى مع زيادة سحب المياه إلى عشرة أمثال ما كان عليه فى عام ١٩٧٠ ، حينما تم حفر (١١) أحد عشر بئراً . وفى نهاية عام ١٩٧٣ تم تحديد الاتساع الكلى للمخزون المائى بواسطة شركة فرنسية قدرت فترات انتهائه ونضوبه بنحو (٢٥٠) سنة على أساس معدلات سحب المياه فى نفس السنة . وفى عام ١٩٧٥ انخفض عمر المخزن ــ عن طريق دراسات لشركة مياه ألمانية ــ إلى (٥٠) سنة فقط . . . !!

هـذا التنـاقص المسـتـمـر فى تقـديرات عـمـر مـسـتـودع المـاء البـاطنـى بالكـفـرة ، بالإضـافـة لما سـبق أن رأينـاه من تناقـص تدفـق الميـاه مـن آبـار مـشـروع الوادى الجـديد ، ينفى نظرية كل من جـون بول J.Ball (١٩٢٧)

وبوهيلستروم Bo Hellstrom(١٩٤٠) التى تقول بمصدر متجدد لمياه واحات صحراء مصر الغربية رالصحراء البرقاوية ، يتمثل فى الأمطار التى تتساقط على جبال أركنو والعوينات ، وجبال تبستى واردى Erdi وانيدى Ennedi ، والتى تمتصها طبقات الصخور الرملية ، لكى تأخذ طريقها مع ميل الطبقات نحو الشمال .

مشروع الإحساء الزراعى بالمملكة السعودية :

وحين ننتقل من مصر وليبيا إلى المملكة العربية السعودية ، نجد أمثلة مشابهة منها مشروع الإحساء الزراعى بشرق المملكة . فقد ظهر بعد تشغيل المشروع أن حسابات الشركة الإستشارية لكميات المياه المخزونة خاطئة ، وأن ظروف توزيعها فى المستودع الباطنى لا تكفى سقاية العشرين ألف هكتار التى تم استصلاحها لاستزراعها ، فلم تتم زراعة سوى (١٢٠٠٠) اثنى عشر ألف هكتار . وقد أخذ الأهالى يلمسون هذا النقص منذ بداية السبعينات (فاروق شاكر ١٩٧٣ ص ١٣٥) ، بل إن المساحة إنكمشت إلى ٨٠٠٠ هكتار (بيتر بومنت ١٩٧٧) . ثم بدأ الأخذ بنظم رى حديثة ، كالرى بالرش فى محاولات لتوفير المياه لرى مساحات أكبر ، خاصة وأن عدد السكان المعتمدين على المشروع يزيد على ربع مليون نسمة ، والمحاصيل الزراعية الرئيسية الثلاثة هى التمر والأرز والحبوب ، إضافة إلى محاصيل العلف لتربية الأغنام والماعز .

وتعتبر ملوحة التربة من أهم مشكلات مشروع الإحساء ، وهى ترتبط بطبيعة ملوحة مياه الرى وارتفاع معدلات التبخر التى تفوق ١٣٠ سم فى العام، كما وأن قنوات الرى تستخدم كقنوات تصريف أيضا ، ويتسبب عن ذلك ارتفاع نسبة الملوحة ، مما يودى إلى تناقص واضح فى غلة الهكتار ، وإلى انتشار الملوحة فى أراضى المشروع فتتعرض للبوار .

ويتعرض المشروع أيضا لسفى الرمال ، إذ يزحف على أراضيه ما يزيد على نصف مليون طن من الرمال فيما بين شهرى فبراير ويونيو من كل عام . وتشير

الدراسات إلى أن الأجزاء الشمالية من زمام قرى العمران والعيون والمقدام وجواثا والمحترقة قد طمرت تحت كثبان رملية يزيد ارتفاعها على خمسة وعشرين متراً ، ويفوق معدل زحفها خمسة وعشرين متراً فى كل عام .

النمو الحضرى والمياه فى أقطار الصحارى العربية :

لقد أدى النمو الحضرى المتزايد فى مدن أقطار صحار العرب إلى اختلال التوازن البيئى بين السكان والمياه ، رغم الجهود التى تبذلها الهيئات الرسمية فى توفير احتياجات السكان من المياه العذبة ، بالكشف عن موارد مائية جوفية جديدة فى مواضع تلك المدن ، أو بالقرب منها ، أو عن طريق إعذاب مياه البحر بالنسبة للمدن الساحلية . وتشير التقارير إلى فداحة العجز المائى فى مختلف بلدان العرب الصحراوية ، وإلى انخفاض مستويات المياه الجوفية ، وما صحبه من ارتفاع فى نسبة ملوحة تلك المياه .

وتتصف مياه كثير من مستودعات المياه الحفرية بشدة العسر ، فتلزم معالجتها لتصلح للإستخدام ، ومنها مياه تكوينات منجور التى تمون مدينة الرياض ، إضافة إلى ارتفاع حرارتها ، ونظراً لتزايد أعداد سكان المدن وارتفاع مستوى معيشتهم فإن الطلب على المياه العذبة يشتد . وتقدر زيادة الطلب بنسب تصل إلى أكثر من ١٥٠٪ كل خمس سنوات فى ست مدن سعودية رئيسية هى: الرياض ، جدة ، مكة ، المدينة ، الطائف ، الدمام . كما يشتد الطلب على المياه لأغراض الصناعة فى قلعة الجبيل الصناعية ، وفى ينبع ، وفى غيرهما .

وتواجه كل مدن الخليج العربى والمدن الليبية مشكلات مماثلة . ولهذا فقد لجأت الحكومات العربية إلى إنشاء عدد من مشروعات إعذاب المياه على سواحل الخليج العربى والبحر الأحمر والبحر والبحر المتوسط . وهناك عدة صعوبات تواجه استمرارية عمل تلك المعامل رغم بناء المزيد منها ، ومن بين تلك الصعوبات ارتفاع كلفة تشغيلها ، مما يعنى أن استعمالها فى النشاط الزراعى والصناعى غير

مناسب . أضف إلى ذلك أن عمر محطات الإعذاب يبلغ نحو ١٥ سنة ، بعدها يلزم تجديد معداتها بالكامل . وكذلك ما يكتنف تلك المياه من مخاطر التلوث البيئى من ناقلات البترول التى تجوب الخليج العربى ، ومخلفات ونفايات المصانع والموانىء ، والابار التى تعرضت للتدمير فى منطقة الخليج نتيجة للحروب التى دارت رحاها منذ عام ١٩٨٠ .

خاتمــــة

إن الطلب على المياه فى أقطار صحارى العربى يزداد بسرعة ، لأنه يقترن بالنمو السكانى والتطور الاقتصادى والعمرانى وسرعة وتائر التحضر . وتتصف صحارى العرب بفقرها الشديد فى مصادر المياه السطحية ، فلا تجرى على سطحها سوى بعض المسيلات عقب سقوط الأمطار الفجائية لفترات وجيزة فتضر ولا تنفع ، وسرعان ما تتبخر المياه ، فلا يصل منها لمستودعات المياه الجوفية شيئ يذكر . وفى ظروف الجفاف الحالى غدت المياه الحفرية تتحكم فى وجود الحياة فى الصحارى العربية ، وفى استمرارها وتطورها .

ولا شك أن مستودعات المياه الجوفية فى صحارينا هى مصادر مياه متناقصة، بل أن الشواهد تشير إلى أن مستوياتها بدأت تتناقص خلال هذا القرن حتى قبل مراحل تكثيف الاعتماد عليها فى مشاريع التنمية الكبيرة . لهذا يصبح من الضرورى ترشيد استهلاكها ، فلا تستخدم لسوى المشاريع الصغيرة المحدودة الرقعة . وتنظيم سحب المياه من الابار ، حتى لا يتسبب السحب الجائر فى ظهور المياه المرتفعة الملوحة . وينبغى اتباع الرى المحورى ، والرى بالرش ، وبالتنقيط ، حرصا على المياه الحفرية ، ووقاية للتربة من التمليح الذى يصيبها بسبب الإفراط فى الرى ، وغياب نظام صرف كفء وينبغى الاكتفاء بما أنشئ من مشاريع رى واسعة وتعهدها بالتحسين والتقويم

وتوفير المياه للاستخدام الحضرى وللصناعة مهمة صعبة ، ذلك لأن كثيراً من المدن لا تقع فى مواضع ملائمة لاستغلال المياه الجوفية ، لهذا فقد اتجهت الحكومات العربية لإعذاب مياه البحر رغم كلفتها العالية . وقد بدأت مشاكل تلوث المياه تظهر بصورة خطيرة فى منطقة الخليج بسبب الحوادث التى تصيب ناقلات البترول ، والخلل الذى يحدث أحيانا فى ضخ النفط من الحقول الساحلية والبحرية ، وملوثات الصناعة ، كما أخذت تزداد حدة مشكلة تلوث المياه فى المدن الكبيرة بسبب قصور شبكات الصرف الصحى ، وهى مشاكل ينبغى أن يرصد لحلها قسم من الدخل القومى .

المراجـــع

١ ـ السيد أحمد حامد (١٩٧٨) : النواحى الإجتماعية والثقافية للبيئة وأثرها في التنمية ، في « الإنسان والبيئة » . منشورات جامعة الدول العربية ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم . القاهرة .

٢ ـ جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى . بحث في الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية .

٣ ـ جودة حسنين جودة (١٩٧٢) : حوض وادى القطارة بليبيا . مجلة كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .

٤ ـ جودة حسنين جودة (١٩٧٣) : أبحاث في جيومورفولوجية الأراضى الليبية ، منشورات الجامعة الليبية . بنغازى ، جزء أول .

٥ ـ جودة حسنين جودة (١٩٧٥) : أبحاث في جيومورفولوجية الأراضى الليبية ، منشورات الجامعة الليبية . بنغازى ، جزء ثان .

٦ ـ حافظ مصطفى محمد (١٩٦٨) : محافظة الوادى الجديد ـ دراسة جغرافية . رسالة دكتوراة غير منشورة . الإسكندرية .

٧ ـ عبد العزيز طريح شرف (١٩٥٨) : مشكلة الأمطار في ليبيا . مجلة كلية الآداب والتربية الجامعة الليبية ، العدد الأول .

٨ ـ عبد العزيز طريح شرف (١٩٦٢) جغرافية ليبيا ـ الإسكندرية .

٩ ـ علية حسين حسن (١٩٧٤) : التنمية والتغير في المجتمعات المستحدثة . الإسكندرية .

١٠ ـ فاروق شاكر خضر السيد (١٩٧٣) : المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية وأثرها في الإنتاج الزراعى . رسالة ماجستير غير منشورة . الإسكندرية .

١١ ـ ميرزاييف ، ك ، م . (١٩٧٠) : جيومورفولوجية سوريا . ترجمة عادل عبد السلام .

12 - Atkinson, K. and Others (1972) : Kufra: A changing Saharan Community . Faculty of Arts, Benghazi .

13 - Atkinson, K. (1975): The soils of the Kufra Oases-Libya. Benghazi.

14 - Backer, J.P. (1957):Diskusionsbemerkungen auf 31. Deutschen geographentag, Wuerzburg .

15 - Ball, J. (1927): Problems of the Libyan Desert. Geog. Jour. August, 1927 .

16 - Balout, L.: (1952), Pluviaux interglaciares et Prehistoires Saharienne. Trav. Inst. Rech. Sah., VIII.

17 - Bender, F. (1974): Geology of Jordan,Berlin.

18 - Bo Hellsrtom (1940): The Subterranean Water in the Libyan Desert, Geografiska Annaler, 22, PP. 206-239 .

19 - Brunnacker, K. (1970): Die Sedimente des schetzdackes von Jabrud, Syrien. Fundamenta, A. 2: 189-198, Kolon .

20 - Buedel, J.: (1952), Bericht ueber Kilma-morphologische und Eiszeitforschungen in Niederafrica, Erdk. VI .

21 - Buedel, J.: (1962), Reliefgenerationen und Plio-pleistozaener Klimawandel in Hogger-Gebirge. Erdk . IX .

22 - Buedel, L.: (1956), Sinai, die Wueste der gesetzebildung. Abh. Akad. Raumforsch. u. Ld-Plan, Bremen 28.

23 - Buedel, J.:(1971), Morphogenese des Festlandes in Abhaehgigkeit von den Kilma-zonen. Die Natur Wissen, 48 .

24 - Buedel, J.: (1965), Eiszeitalter und heutiges Erdbild, Die Umschau, H.I.

25 - Burdon, D. (1969): Hand book of the geology of Jordan.

26 - Butzer,K.W.: (1958), Quaternary stratigraphy and climates in the Near East. Bonner. Geogr. Abhandal. , 24 .

27 - Butzer, K.W.: (1959), Contributions to the Pleistocene Geology of the Nile Valley. Erdk. XLLI .

28 - Butzer, K.W. & Hansen, C.L. : (1968), Desert and river in Nubia. Madison & London .

29 - Butzer, K.W. & Cuerda, J. : (1967), Coastal stratigraphy of Southern Mallorca and ... the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea. - J. Geol. 70 .

30 - Choubert,G.: (1957), Essai de correlation des formations Continentales et marines du Pleistocene au Moroc Note V. Conger. INQUA .

31 - Fairbridge, R.W.: (1962), New radiocarbon dates of Nile sediments . Nature, 196, No. 4850.

32 - Fink, J.: (1972), Die Gliederung des Jung-Pleistozaen in Osterreich. Mitt. Geol. Ges. wien, 54 .

33 - Flint, R.F.: (1957) Glacial and pleistocene Geology , - New York.

34 - Flint, R.F.:(1972), Pleistocene climates in low Latitudes. Geogr. Review, Jan.

35 - Flohn, H.: (1952), Atmosphaerische zirkulation und Polaeoklimatologie. Geolog. Runsch. 40 .

36 - Flohn, H.:(1969),Kontinental-Verschiebungen, Polwandrungen und Vorzeitklimate im Lichte Palaeomagenetiseher Messergebnisse. Natur-wiss. Rundsch. 12.

37 - Flohn, H.:(1963), Zur meteorologischen Interpretation der Pleistozaenen Klimaschwankungen. Eiszeital. U. Gegenw. 14.

38 - Gellert, J.F: (1958), Kurze Bemerkungen zu Klimazonierung der Erde ... Wiss. Zschr. Paed. Hochsch. Potzdam, 3.

39 - Gouda, G.H.:(1962), Utersuchungen an Loessen der Nodschweiz. Diss. Uni. Zuerich. Geogr. Helv.

40 - Graul, H.(1959), Der Verlauf des glazialeutatischen Meeresspigelanstiegs berechnet anHand Von C14 Datierung, Wiss. Abh. Deut. Geographentage. 33 .

41 - Hack, J.T.: (1953), Geologic evidence of Late Pleistocene climates. Cambridge .

42 - Hey,R.W.(1963): Pleistocene Screes in Cyrenaica (Libya). Eiszeitalter und Gegenwart, bd. 14. Oehringen .

43 - Kadhi,A.(1971): Some basic informations about Riyadh Water Supply (unpublished).

44 - Kaiser, K. (1973): Quartaer-stratigraphische Untersuchungen aus dem Damaskas-Becken und seiner Umgebung, Berlin.

45 - Klitzsch, E. (1977): Fossil reserves of groundwater in the Central Sahara. Nat.Resources and Development Vol.5.

46 - Knetsch,G.: (1950), Beobachtungen an der Lybischen Wueste. Geolog. Rundschau, 38.

47 - Knetsch, G.: (1962), Geohydrological ground water investigations in North-African desert regions by means of complex methods. UN-Conference.

48 - Kubiena, W.L.: (1959), Uber die Braunlehmrelikte des Atakor (Hogar-Gebirge, Zental sahara), Erdkunde IX.

49 - Kubiena, W.L.: (1963), Die Genese lateritischer Profile als bodenkundiliches Problem,Wuerzburg.

50 - Lefranc,J.P.: (1957), De Zuila aux lacs de Marzoukia, Trav. Inst. Rech. Sah. XV, 1 .

51 - Mauny, M.R.: (1949), Sur la prehistoire de la presqu'ile du cap-vert. Etudes Senegalais. ifan,Dakar .

52 - Mensching, H.: (1953) , Morphologische Studien in Hohen Atlas von Marokko. Wrzbg. Geogr. Arb. 1 .

53 - Mensching,H.: (1955) , Das Quartaer in den Gebirgen Marokkos. Pet. Mitt. Erg.H. 256 .

54 - Mensching,H.: (1960), Bericht und Gedenken zur Tagung der Kommission Fur Periglazial-forschung in der IGU in Morokko, 19-31. 10. 1959 .Z. Geomorph. 4 .

55 - Mortensen, H. : (1962), Heutiger Firnrueckgang und Eiszeitklima. Erdkunde VI .

56 - Murray, G.W.: (1952), The Water beneath thr Egyptian Western desert. Geog. Jour.

57 - Murry, G.W: (1953), The Artesian Water beneath the Libyan Desert. Bulletin de la Societe de Geographie d'Egypte, 25 PP.81-92 .

58 - Pfannestiel,M.: (1963), Das Quartaer der Levante, Teil II. Ajad. d. Wiss. U. Lit. Mainz. Abh.-Nat Kl. Nr. 7 .

59 - Rutte, E.: (1956-1963) Die geologie des schienerberges (Bodensee) und der Ohninger Fundstatten. N.Jb. Geol. Pal. Abh., 102-106 .

60 - Schwarzbach, M.: (1961), Das Klima der Vorzeit, Stuttagart.

61 - Schwarzbach, M.:(1973), Das Alter der Wueste-Sahara. Neues Jb. Geol. Palaeont . Mh .

62 - Winkler, A. : (1967) , Geologisches Kraeftespiel und Landformung. Wien.

63 - Wright, H,E.Jr.: (1961), Late Pleistocene soil development, glacial and cultural change in the eastern Mediterranean Region. Ann. New York Academy Sci .

64 - Woldstedt P.: (1976), Das Eiszeitalter. 3. Aufl. Stuttgart.

65 - Wuest, G.: (1928), Der Ursprung der atlantischen Tiefenwasser. Z. Ges. Erdk. berlin .

66 - Zinderen-Bakker, E.M.: (1962), Palynology in Africa. Seventh report (1960, 1961), Bloemfountein.

67 -Zinderen-Bakker,E.M.:(1963),Pflanzengeographische Probleme des africanischen Quartaers. Wuerzburg .

البحث الثالث عشر

الرعى التقليدى
نظام رعى فى طريقه إلى الزوال

الرعى التقليدى

نظام رعى فى طريقه إلى الزوال

ارتبطت البداوة فى الأراضى الجافة وشبه الجافة بمجموعة من العوامل الطبيعية التى كان لها أبعد الأثر فى تشكيل ظواهر البيئة الطبيعية للبدو والبداوة ، وهى التى أملت على سكانها هذا الاتجاه نحو الرعى البدوى ، والإنتقال وراء الكلأ من مكان إلى آخر . وكانت البداوة هى الاختيار المتاح فى ظل الظروف الطبيعية المتحكمة ، واتصلت البيئة الاجتماعية والاقتصادية والحضارية للسكان منذ البداية مع بيئة المكان الطبيعية اتصالاً وظيفياً وثيقاً ، وتداخلتا بحيث تشكلت منها جميعا البيئة العامة لمجتمعات البدو فى المناطق الجافة وشبه الجافة .

العوامل المتحكمة فى بيئة الأراضى الجافة وشبه الجافة :

هى عوامل طبيعية وأخرى بشرية :

وتتمثل العوامل الطبيعية المتحكمة فى بيئة الأراضى الجافة وشبه الجافة فى ثلاثة عناصر هى المطر والمياه الجوفية ثم الحرارة ، ثم ما يترتب على هذه العناصر الثلاثة من نبات وحيوان . وتتضمن العوامل البشرية المجموعات البشرية بخصائصها من حيث كثافتها وحجمها ، وتنظيماتها الاجتماعية القبلية والعشائرية ، وجملة عاداتها وتقاليدها ونظمها وأعرافها السائدة ، وغير ذلك من العناصر البشرية المترابطة ، فى بناء متصل بالبناء الطبيعى لتلك البيئات الجافة وشبه الجافة . وكانت الجماعات الرعوية ، وما تزال ، تستمد حيويتها وقدرتها على الاستمرار ، من محاولاتها المستمرة للتكيف مع عناصر البيئة الطبيعية ، واكتشاف أسرارها ، ومعرفة أصولها .

وعلى الرغم من أن عناصر البيئة الطبيعية ما تزال مستمرة على حالها وثباتها منذ انتهاء عصر البليستوسين ، دون أن يطرأ عليها تغير يذكر منذ

ذلك الحين ، فإن سكان الأراضى الجافة وشبه الجافة قد شهدوا فترات من تاريخهم ازدهرت فيها أحوالهم ، وانتعشت بشكل ملحوظ ، حين استفادت بعض مراكزها العمرانية من أهمية مواقعها على طرق التجارة القديمة ، فنمت وارتفع شأنها كأسواق ومحطات راحة وتموين منذ عشرات من القرون قبل الميلاد .

مراكز العمران وتجارة العبور التاريخية بالصحراء :

مثال ذلك مكة المكرمة والمدينة المنورة فى أراضى المملكة العربية السعودية حالياً ، ومأرب ، وعدن ، فى اليمن ، والبتراء فى الأردن ، وبلخ وبخارى وفرغانة وسمرقند وطشقند فى المناطق شبه الجافة بآسيا الوسطى ، ومحطات القوافل فى الصحراء الكبرى مثل « عيون صالح » بصحراء الجزائر ، و « تمبكو » على نهر النيجر .

ومنذ الألف الرابعة قبل الميلاد نشطت طرق القوافل بين الجنوب والشمال، وبين الشرق والجنوب ، وبين الشرق والشمال ، فى أراضى شبه جزيرة العرب الجافة. وكان الطريق المهم يبدأ من « مأرب » التى تقع شرقى صنعاء بحوالى ١٣٠ كم ، وكانت « مأرب » مركز تجميع للسلع الموسمية من الهند تأتيها عن طريق « موزع » قرب « مخا » الحالية على السحر الأحمر ، ومن الاقليم المدارى الأفريقى عن طريق ميناء « عدن » . ومن مأرب يسلك الطريق اتجاها شماليا إلى « معين » ، « ونجران » ، ثم مكة . ويثرب فالعلا ، إلى مدائن صالح ، إلى تيماء وأخيراً إلى البتراء .

وكان هناك طريقان آخران ، أحدهما يصل الشرق بالجنوب ، وكان يبدأ من ميناء « الجيرها » على الخليج العربى بالقرب من ميناء « العقير » الحالى ، مارا بواحات « الهفوف » فمنطقة اليمامة إلى وادى الأفلاج ، ومنه إلى وادى الدواسر ، ثم إلى وادى نجران ، إلى مأرب . والطريق الثانى يصل الشرق بالشمال، ويبدأ أيضاً من « الجيرها » إلى الهفوف ، فشمال « اليمامة » عند حوالى موقع

مدينة « الرياض » الحالية ، ومنه شمالاً بغرب بحاذاة جبل « طويق » ، ثم غرباً إلى « بريدة » ، « فحايل » ، ومنها إلى « تيماء » ، ثم إلى « بتراء » .

وكما اشتغل سكان صحارى شبه الجزيرة العربية والصحراء الكبرى الافريقية بتجارة العبور الدولية بين الاقليم الموسمى فى جنوب وجنوب شرق آسيا ، والاقليم الموسمى بأفريقيا من جهة ، وبين حوض البحر المتوسط وأوروبا الوسطى من جهة أخرى ، اتجه بعضهم إلى احتراف التجارة الداخلية ، فلم تنقطع منذ القدم قوافل تجارة نجد وتهامة والحجاز ، وتجارة مصر والسودان والمغرب العربى واقليم الساحل الافريقى وما يليه جنوباً ، متخذة وسائل متطورة مع الزمن ، ومع عوامل التحضر والاتصال المعاصرة ، فكان لزاماً أن استبدل الجمل بالسيارة والشاحنة ، تبعاً لما حدث من تطور فى نوع البضائع وأحجامها . ومن ثم فقد تمكن سكان صحارى العالم القديم من تبنى نمط للحياة بديلاً للرعى المتجول ، يتمثل فى تجارة القوافل والوساطة التجارية ، وإن كان مشتقا من مهنة الرعى المتجول ومرتبطا بها ، ويخضع لنفس الضوابط البيئية .

هذه الصور الحضارية القائمة على الوساطة التجارية فى صحارى العالم القديم ، لم يكن لها نظير فى صحارى استراليا وجنوب افريقيا (كلاهارى) وصحارى غرب الأمريكتين . فالتبادل التجارى فى تلك الصحارى كان داخليا . ويرجع ذلك إلى الموقع الجغرافى والعلاقات المكانية . فصحارى غربى آسيا وجنوبها الغربى وكذلك الصحراء الكبرى الافريقية ، تقع بين بيئات مختلفة الانتاج ، كل منها يحتاج لمنتجات الآخر ، ولذلك كانت تلك الصحارى قناطر للعبور ، وكان البدو التجار همزة الوصل بين الأراضى المنتجة للتوابل والحرير فى الشرق الأقصى ، وأقاليم السافانا والغابات المدارية فى الجنوب الأفريقى من جهة ، وبين بيئة البحر المتوسط موطن الحضارات ، ودول أوروبا من جهة أخرى .

ويختلف الحال فى صحراء غرب استراليا المطلة على المحيط الهندى ، وصحارى غرب الأمريكتين المطلة على المحيط الهادى . فلم يقم بأى منها نشاط حضارى قائم على الوساطة التجارية لافتقارها الموقع الجغرافى الوسيط الذى تميزت به صحارى غربى آسيا وشمالى أفريقيا .

ولم يكن الرعى وبالتالى البداوة ، قدراً محتوماً بالنسبة لجميع سكان المناطق الجافة وشبه الجافة ، فقد استثمر بعض سكانها الامكانيات الزراعية فى واحاتها ووديانها وسهولها فاحترفوا الزراعة مختلطة بالرعى الدائم أو بالرعى الموسمى . وهكذا لم تكن البيئة الطبيعية ، رغم خشونتها وقسوتها فى الأراضى الجافة ، تمثل أغلالا يستحيل كسرها والفكاك منها .

حيوان الرعى بالأراضى الجافة وشبه الجافة

لقد جرى استئناس حيوانات الصحراء منذ الألف السابعة قبل الميلاد ، فقد تم فى جنوب غربى آسيا وشمال شرق أفريقيا استئناس الماعز والكلاب والأغنام . ويبدو أن الأغنام قد استؤنست من قبل ذلك بألفى عام فى أراضى إيران الحالية . أما الجمل فقد عرفته أراضى الشرق الأوسط فى آسيا وأفريقيا فى الألف الرابعة قبل الميلاد ، وربما قبل ذلك بقليل .

ولم تكن الأراضى الجافة وشبه الجافة ، حتى وقت قريب ، مهيأة من الوجهة االاقتصادية لغير رعى الحيوان . وأنسب الحيوانات لظروف الجفاف تتمثل فى الإبل ثم الماعز فالأغنام .

وهناك عدد من العوامل التى تحدد إمكانيات الرعى فى الصحراء ، تتمثل فى كمية المياه المتاحة ، ونوعية تلك المياه ، ثم طبيعة المراعى ، وحيوان الرعى ومدى تأقلمه مع معطيات البيئة الجافة . وتستطيع الحيوانات المستأنسة فى الصحارى الحارة تحمل ظروف بيئية قاسية ، لكن العائد الاقتصادى منها يتأثر بمدى توفر الماء العذب والكلأ الجيد .

وتعتبر الإبل أكثر الحيوانات المستأنسة قدرة على الحياة فى بيئة الصحراء ، وهى تستخدم فى الجهات الشديدة القسوة حيث لا تتمكن الأغنام والماعز من المعيشة فيها . فالجمل يتحمل العطش مدة أسبوع ، إذا ما توفر له نبات طبيعى فى المنخفضات وفى بطون الأودية . وهو يكتفى عادة بشرب الماء مرة كل يومين، لكنه يحتاج إلى الماء يوميا إذا ما تغذى على نباتات ملحية ، وهو يستطيع أن يعيش بلا سقاية طوال فترة الشتاء فى الأقاليم الصحراوية ذات المطر الشتوى ،

حيث يتوفر الكلأ الجيد ، الذى يحتوى على قدر كبير من المياه لإروائه ، إضافة إلى الانخفاض النسبى فى درجات الحرارة . **وحينما يحلُّ الصيف الجاف ، ذو الحرارة المرتفعة ، فإن الإبل لابد أن تستقر بجوار موارد المياه فى هوامش الصحارى** ، أو تلجأ إلى مناطق الكثبان الرملية حيث تتوفر مياه مختزنة فى جوفها .

وتلك « هجرة فصلية » للرعى Transhumance **لكنها أفقية** ، ويتوزع هذا التجوال الأفقى فى نطاقات مناخية معلومة ، ومثالها أراضى هوامش الصحراء الكبرى الأفريقية على تخوم نوع مناخ البحر المتوسط الذى يتميز بالمطر الشتوى والجفاف الصيفى . وفى إقليم الساحل إلى الجنوب من الصحراء الكبرى ، حيث تعيش القبائل الجوالة ، ومنها فى **شمال السودان القبائل التى تتميز بأكبر نسبة من الدم السامى (العربى) والتى ترعى الإبل ، وتسمى «الأبالة »** ، وتشمل قبائل الكبابيش ، والجعليين ، والكواهله . وهم أحفاد القبائل العربية التى غزت السودان فى القرن الخامس عشر ، ومن اختلط بهم ، وغالبيتهم يتجولون فى الأجزاء الشمالية من مديريتى دارفور ، وكردفان ، وفى المديرية الشمالية .

ويستقر الرعاة من الأبالة فى الشتاء الجاف قريباً من موارد المياه . وحينما ينتهى فصل الجفاف يرحلون صوب الجنوب حيث يكون المطر قد بدأ فى التساقط فى شهر مايو . وفى شهر يونيو يكون المطر قد وصل إلى الشمال ، فيشدون الرحال إليه فى جماعات متفرقة ، تزداد انقساما وتشتتا كلما قلّ المرعى، حتى يأتون على الكلأ ، فيعودون إلى حيث موارد المياه . ويستقرون فيها من أواخر ديسمبر حتى حلول موسم المطر فى مايو . وإلى جانب الإبل كحيوان رعى رئيسى، يرعى الأبالة الماعز والأغنام أيضاً .

ويختلف رعى الماعز والأغنام عن رعى الإبل إختلافاً كبيراً . فالجمل يمكنه السير والتجوال مسافات يومية تبلغ ٢٥ كم وأكثر . أما الأغنام والماعز فمداها فى التحرك اليومى لا يزيد على ١٥ كم . ولهذا فإن الإبل أصلح

للمعيشة فى الصحراء القليلة العشب ، والمتباعدة أماكن الكلأ ، فكلاهما يحتاج للسقاية يوميا، عكس الجمل الذى يتحمل العطش لأسبوع كامل ، بل إنه يبقى بلا سقاية لموسم مطير كامل ، إذا ما توفر المرعى الجيد ، كما أسلفنا .

وإن المتتبع لتوزيع حيوانات الرعى البدوى ، ليتبين أن الأغنام والماعز ترعى بصفة خاصة فى هوامش المناطق الجافة التى تجاور مراكز الاستقرار ، وعادة ما يكون رعاتها على صلة بالسكان المستقرين ، ذلك لأنها بمنتجاتها وحدها لا تفى باحتياجات البشر ، أضف إلى ذلك أن « الأبالة » يرعون الأغنام والماعز أيضاً ، كحيوان رعى ثانوى ، وهؤلاء « شبه » أبالة يتجولون فى مناطق شبه جافة ، علاوة على تنقلهم فى الأراضى الجافة . أما رعاة الإبل الحقيقيون ، فإن مجال تجوالهم يتمثل فى الصحارى الرملية ، التى لا تصلح لسوى الإبل ، ولهذا يمتنع رعى الأغنام والماعز . وتتحمل الماعز الجوع والعطش أكثر من الأغنام ، ولهذا فهى أكثر ملاءمة للعيش فى الأراضى الجافة . وهى أقدر على تسلق منحدرات التلال والجبال ، كما فى نطاق الاطار الجبلى الذى يكتنف جنوب الصحراء الكبرى الأفريقية ، حيث يتمثل « الرعى الفصلى الرأسى » ، الذى نجد له أمثلة فى جميع المناطق الجبلية الصحراوية ، وهو نظام رعى يشبه ـ والقياس مع الفارق ـ نظام الرعى الفصلى فى مرتفعات الألب الأوروبية على سبيل المثال .

ويحسن بنا وقد وصلنا إلى نظام الرعى والتجوال الرأسى الذى يبدو طريفاً بالنسبة لبدو مرتفعات الأراضى الجافة ، أن نشرح بشئ من التفصيل نظام الرعى هذا فى القسم الليبى من جبال تيبيستى ، حيث أتيحت الفرصة للمؤلف زيارة المنطقة مرتين لدراسات مكثفة ، بمناسبة مؤتمر جغرافى عالمى اختص بدراسة « جغرافية ليبيا » قامت بتمويله جامعة بنغازى ، وانعقد فيما بين ١٥ ـ ٢٥ مارس ١٩٧٥ ، وسبقته أبحاث حقلية ، بدأت مع مستهل عام ١٩٧٣ ، إضافة إلى زيارة قصيرة فى مايو ١٩٩٣ .

بدو التيدا - سكان تيبيستى الليبية
نظام رعى تقليدى فى وديان بلا ماء
« أفقى ورأسى »

التعريف بعشائر التيدا :

يعرف سكان مرتفعات تيبيستى الليبية باسم عام هو تيبو Tebu وهم فى الواقع ليسوا مجرد قبيلة واحدة ، وإنما مجموعة عرقية تنقسم داخلياً إلى مجموعتين من اللهجات كبيرتين . ويتألف شعب التيبو من نحو مائة قبيلة تنتشر فى مناطق شاسعة من الصحراء الكبرى تشمل فيما تشمل مرتفعات تيبيستى الليبية والتشادية ، وأجزاء من شمال تشاد والنيجر والسودان . ولكل من هذه القبائل إسم خاص . والإسم الذى يطلق على قبيلة ليبيا هو تيدا Teda .

ولفظ « تى Te »فى لغة « التيبو » يعنى الصخور أو « الأحجار » بصفة عامة ، وكتلة مرتفعات تيبيستى بصفة خاصة ، والمقطع « بو Bu » يعنى « سكان الـ »، وبذلك تكون كلمة « تيبو » تعنى « سكان الصخور » أو « سكان تيبيستى» . وكلمة « تيبيستى » تسمية أوروبية ، وهى تحريف لكلمة « تيبوية » تشير إلى منطقة وسطى بكتلة المرتفعات ، يظُن أنها كانت مركزا لانتشار شعب التيبو فى مجموعات ، استقر خلال القرون فى أراضى جنوب ليبيا وشمال تشاد والنيجر والسودان .

وقد امتد نفوذ شعب التيبو فيما مضى خارج الجبال ، وحكموا أجزاء واسعة من اقليم فزان ومنطقة الكفرة بليبيا فى الشمال ، والقسم الشمالى من تشاد جنوباً حتى إقليم بحيرة تشاد ذاتها ، لكنهم تراجعوا وتفرقوا فيما بعد ، واستقر معظمهم فى منطقة الجبال .

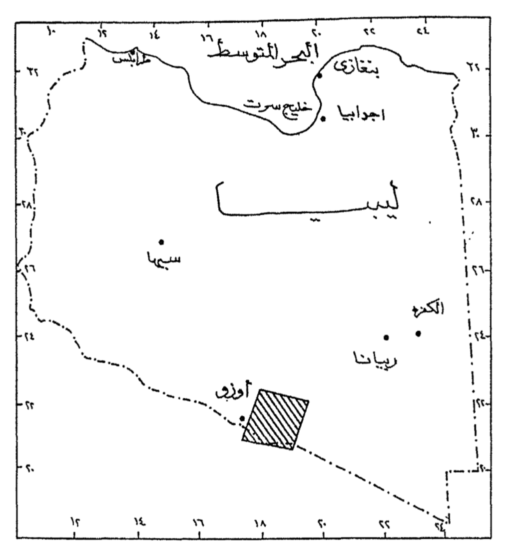
وتسكن عشائر « التيدا» القسم الشمالى من تيبيستى وماليليها شمالاً ، ويتكلمون لهجة تعرف باسم تيداجا Tedaga، بينما تسكن عشائر الدوازا Dowaza واحات شمالى تشاد والقسم الجنوبى من تيبستى ، ويتكلمون لهجة تعرف باسم دازاجا Dazaga.

نظم التصريف المائى وموارد المياه :

يتألف القسم الليبى من كتلة تيبيستى من نظامين للتصريف المائى . يتمثل واحد منها فى الحافة الشمالية وما يليها من هضبة عالية تدعى تارسو دوان Tarso Duane، وفيها تنبع وديان دوان Duane المتجهة نحو الغرب ، ووديان ورى Wuri المتجهة نحو الشرق . ويتمثل النظام الثانى فى هضبة بازلتية عالية تدعى تارسو إيمى سو Tarso Emi-Su التى تبلغ ذروتها فى قمة آى موسكوردا Ay Moskor-da البالغ ارتفاعها ٣١٥٠ متراً ، وهذا الاسم بلغة التيبو يعنى « الصّخر ذو الأجزاء الثلاثة » . وينظر التيبو إلى الهضبة على أنها منبع لثلاث شبكات للتصريف المائى تغذى عدداً من الأودية المنصرفة فى اتجاهات مختلفة .

ورغم ارتفاع كتلة تيبيستى ، فإنها تحسب قسماً من الصحراء الكبرى ، وتعتمد أجزاؤها المأهولة على ما تجود به السماء من مياه الأمطار . وتسقط الأمطار هنا أو هناك فى أى مكان من الكتلة ، وفى وقت أو آخر اعتبارا من أواخر الصيف عبر الخريف إلى الشتاء . ورغم أن المطر يتساقط كل عام ، فإن مدى سقوطه وكميته تتباين من سنة لأخرى . وليست هناك تسجيلات لكميات المطر وتوزيعها، اللّهم إلا فى سنوات الاحتلال الفرنسى العشر فى ثلاثينيات هذا القرن العشرين ، فقد قال الفرنسيون بوفرة المطر ، لكنهم لم يحددوا كميات الأمطارومدى انتشارها على وجه الدقة .

ولعشائر « التيدا» دراية بأحوال المطر ، فهم يفطنون إلى كثرته أو قلته بمقدار الأضرار التى تلحق بممتلكاتهم . ذلك أنهم عقب سقوط المطر الغزير يتساءلون عن عدد رؤوس الماعز التى داهمتها السيول فى مجارى الوديان وأغرقتها، وعن عدد الأشجار التى اقتلعتها المياه المتدفقة ، وعن أعداد المنازل ومحتوياتها التى لحقها الدمار . ويتذكرون سنوات المطر الغزير بالكوارث التى حلت بالقطعان أو بفقدان أطفال أو رجال ونساء ضعفاء ، راحو ضحية السيول الجارفة ، وقد يطلقون أسماء هؤلاء على مراكز استقرار فى الأودية التى حلت بها الكوارث .



شكل رقم (١) منطقة سكنى قبائل التيدا الرعوية بالإقليم الليبى من مرتفعات تيبيستى : رعى أفقى للإبل حول سفوح المرتفعات ، ورعى رأسى للماعز فوق المرتفعات ، مثال للرعى الفصلى الذى يُمارس فى الأُطُر الجبلية الصحراوية ، ويشبه الرعى الفصلى الرأسى المشهور فى مرتفعات الألب .

إنه نظام رعى بدوى تقليدى يَحثُّ الخُطى نحو الفناء .

ولقد قام التيدا بحفر آبار أثناء الاحتلال الفرنسي في الثلاثينيات . وحتى ذلك التاريخ كانت الينابيع الطبيعية كافية لاحتياجاتهم . ولذلك فإنهم على دراية تامة بأحوال التصريف المائي ، إنها خبرة يتوارثها الأبناء عن الآباء ، وهم كما يقسمون أراضيهم إلى نظم تصريف رئيسية ، فإنهم أيضاً على معرفة بنظم التصريف المائي المحلية . وهم يعرفون بخبراتهم المتوارثة مدى كثافة المطر ، ومقدار فاعليته في ترطيب الأرض ، وفي ملء التجاويف الصخرية بالمياه ، كما يعرفون المدى الزمني الذي أثناءه تبقى المياه في تلك التجاويف صالحة للاستعمال . وهم يعرفون خطوط سير المياه جوفياً لتغذية البحيرات المؤقتة فيما بين التراكيب الصخرية . وهم يملكون القدرة ، بالفطرة والخبرة ، على التنبؤ بالمساحات التي تطولها المياه التي تنصرف من منطقة أصابها قدر معلوم من الأمطار ، وعلى تحديد مساحات أخرى لن تصلها المياه إلا إذا كانت الأمطار على درجة من الكثافة والوفرة ، يتوقعونها بقدر كبير من الفطنة والذكاء الفطري .

وتعرف عشائر التيدا أنواع النباتات الساكنة في جوف التربة ، انتظارا لمياه المطر ، وهم يحسبون فترة نموها عقب سقوط المطر إلى أن تصل إلى مرحلة النضج الصالحة للرعي ، كما أنهم يتوقعون حالة المراعي في مختلف البقاع ، فيما إذا كانت من الغِنى بحيث تفي باحتياجات قطعانهم لفترة معقولة ، ومن ثم تصبح الرحلة إليها مجزِية . ولهذا تسمى الوديان باسم النبات القيم الشائع فيها .

المعاناة من الجفاف والتفاوت الحراري الكبير :

يبدو أن موسم المطر وكميته قد أخذا في التناقص ابتداء من أواخر ثلاثينيات هذا القرن العشرين ، ومن ثم أخذت عشائر التيدا تهجر المراعي التقليدية المعروفة ، وتقترب تدريجياً من مراكز الابار التي تم حفرها حديثاً . وفي خلال النصف الأول من السبعينات (تمت زيارتي الثانية للاقليم في مارس ١٩٧٥) أخذت هذه الآبار وكذلك الينابيع في النضوب والجفاف ، مما دفع بعائلات التيدا للنزوح إلى المدن طلباً للعيش . ومنذ أواسط السبعينات وظروف الجفاف تزداد حدّة عاماً بعد عام (زيارة قصيرة للاقليم في مايو ١٩٩٣) .

ورغم ظروف ارتفاع كتلة تيبيستى ، فإنها تشارك الصحراء المحيطة بها فى ارتفاع درجات حرارة الصيف التى تبلغ فى الوديان المنخفضة نحو ٤٣ درجة مئوية. كما أن الوديان الضيقة لا تحظى بالتبريد الطبيعى أثناء الليل . وتنخفض الحرارة كثيراً فى الظل فوق الهضبة المرتفعة ، لكن الأشجار قليلة للغاية ، لذلك فإن الظل شحيح ، ومن ثم فإن الرعاة يمارسون الرعى ، ويقومون بالعمل اليومى ، والاستلقاء للراحة ، تحت أشعة الشمس المباشرة . وحرارة الشتاء فى الوديان المنخفضة ألطف من حرارة الواحات الواقعة فى السهول الصحراوية المنبسطة ، لأن منحدرات الوديان تحميها من الرياح الباردة . أما فوق المرتفعات فإن الرعاة يعانون من الزمهرير ، وتتجمد المياه فى القرب « جمع قربة : وعاء جلدى يملأ بالماء للشرب » كما قد تتساقط الثلوج . وحينئذ يقضى الرعاة قسماً كبيراً من النهار فى التجول للبحث والعثور على جذور وشجيرات جافة لاستخدامها كوقود للتدفئة، خاصة وأن الأشجار قليلة فوق المرتفعات ، كما أن كثيراً منهم يفتقر إلى الملابس الصوفية .

مساكن التيدا :

ويتضح تعامل البشر مع ظروف المناخ السائد فى كيفية بناء التيدا للمأوى . ففى الوديان المنخفضة يبنى التيدا مساكنهم بطريقتين : الأولى يبنى المنزل أو الكوخ فى شكل مخروط أعمدته من العصى ، يصل بينها حصير يجدلونه من سعف النخيل . وتقوم النساء بصنع الحصير حين إقامتهم بإحدى واحات النخيل، أو قد يرسل الرعاة رسولاً بحمار إلى إحدى الواحات لجلب السعف محمولاً على ظهره ، ويتم صنع الحصير بواسطة النساء فى مناطق الرعى ومضارب الأكواخ . ويفضل التيدا حصير سعف النخيل على غيره فى بناء أكواخهم ، لأنه فى رأيهم جذّاب حسن المنظر ، خفيف وسهل الحمل ، ويحميهم من رخات المطر .

والطريقة الثانية لبناء المسكن عند التيدا ، تتلخص فى تثبيت سيقان شجيرات السنط فى الأرض فى وضع قائم ، وفى هيئة دائرة حول ساق وسطى

قائمة ، ثم تملأ الفراغات بين السيقان الرئيسية بأعواد من أغصان السنط والشجيرات والنباتات الجافة . ورغم أن مواد الكوخ يصعب نقلها ، ولا تقى من نفاذ مياه الأمطار ، فإنها تحمى أصحابها من برد الشتاء وحرارة الصيف . وتقام الأكواخ عادة على المصاطب العليا فى جوانب الأودية ، حتى لا تطولها مياه السيول . لكن المؤلف قد رأى فى زيارته الأخيرة عدداً كبيراً من الأكواخ الحديثة وقد رصعت قيعان الأودية ذاتها رغم ما فى ذلك من مخاطر السيول المفاجئة وحجة أصحابها أن الأمطار لم تتساقط مكونة لسيول خطرة منذ زمن بعيد .

وفى واحة النخيل تبنى البيوت من الأحجار والأسمنت ، بينما تقام سقوفها من أعواد القصب (الغاب) فى شكل مخروطى . ومثل هذه البيوت تقى نزلاءها برد الشتاء ومياه المطر ، لكن حرارتها لا تطاق صيفاً ، ولهذا يعمد أصحابها لقضاء الصيف فى أكواخ مبنية من جريد النخل .

وحينما ينتقل الرعى من الوديان السفلى إلى أعالى المرتفعات ، يلجأ رعاة التيدا لمراكز رعى معروفة لديهم بأسماء معلومة . هذه المراكز أو محطات الرعى تتألف من جدران حجرية عديدة قليلة الارتفاع ، يقول عنها التيدا أنها قد أقيمت فيما مضى قبل وصولهم ، بواسطة شعب كان يرعى الأبقار ، وهؤلاء تركوا صوراً لهم محفورة فى الصخر ، فهى ليست من صنعهم ولا من مخلفات أسلافهم . ولقد رأى المؤلف صور أبقار وثيران محفورة فى واجهات الصخور مما يدل على غنى هذه المراعى فى زمن مضى ، ويصنع التيدا لهذه الجدران أسقفاً من الحصير إذا كانوا يملكونها . أما إذا كانت مشاعة الملكية فإنهم يكتفون بتغطيتها بالشجيرات والنباتات الجافة . ويمكن القول بصفة عامة أن هذه البيوت ملك مشاع ، عكس منازل الوديان ، فهذه ملكية خاصة ، ومن ثم فإن لكل عائلات التيدا الحق فى استخدامها فى موسم الرعى فوق المرتفعات .

فصول السنة عند التيدا :

والسنة عند التيدا أربعة فصول هى : «بورو» من مارس إلى مايو ، «سيجينى» من يونية إلى أغسطس ، «ابيراى» من سبتمبر إلى نوفمبر ، «دوموسو»

من ديسمبر إلى فبراير . يضاف إلى هذه الفصول الأربعة موسم خامس ، يسمونه « امباى » ، وهو يشير إلى فترة نضج ثمار النخيل وجنى التمور ، وهو الفصل الذى يهم فتيات التيدا اللاتى تهاجرن إلى الواحات للمشاركة فى جمع التمور ، ويتم ذلك فى أغسطس وسبتمبر . ومن ثم فإن الموسم يصبح « إمباى » لفتاة تذهب لجمع البلح ، لكنه يصير « سجيمى » بالنسبة لأختها التى ترعى الماعز فى مراعيها .

ويبقى موسم المطر المسمس « نجيلى » ، فحينما تسقط الأمطار ، عادةفيما بين أغسطس وديسمبر ، يسمى الفصل « نجيلى » . وإذا أردت أن تميز بين تيداوى (أوتيباوى) مستقر ، وآخر بدوى ، يمكنك أن تسأله عن عمره ، فإذا ما كان مستقراً فإنه سيجيبك تبعاً لعدد « الإمباى » أو مواسم التمر التى انقضت منذ ولادته ، أما إذا كان راعياً بدوياً فإنه سجيبك بعدد مواسم المطر « نجيلى » التى خلت منذ ولادته .

المراعى ونباتها :

ظهر من عرضنا السابق وجود موردين رئيسين للرعى فى إقليم تيبستى . الأول يتمثل فى مراعى الوديان المنخفضة على طول مجارى التصريف المائى ، والثانى مراعى الهضبة المرتفعة ، أو ما يسمى « تارسو » .

والنبات السائد فى الوديان الرئيسية هو أشجار السنط ، « والسيال » ، ونوع مشابه يسمى « راديانا » . وتعتبر أشجار السنط بمثابة علف دائم طوال السنة للماعز والإبل والحمير ، وكذلك للغزال البرى والماعز الجبلية . وتقدم زهور السيال (يسمونها أثرى) علفا للمواشى فيما بين مارس ومايو أى فى موسم «بورو» ، وقشور الحبوب والبقول المجففة أثناء موسم سيجينى ، وزهور شجيرات السنط و الراديانا المسمى « تيهى » فى موسم « ابيراى » وأوراقها وقشورها الجافة فى « دوموسو » . وهناك أنواع عديدة من الشجيرات يطلقون عليها أسماء متعددة ذات أهمية فى تغذية الحيوانات ، من بينها : موزور ، أوروبو ، بى أشا ، كوزينو ، تاسكو ، وغيرها كثير .

وتتباين الوديان فى غناها بالغطاء النباتى ، وتختلف اختلافاً قليلاً فى أنواع النباتات وفى دورات نموها ونضجها . ولكل عشيرة وعائلة شبكة من الوديان محدودة ومعلومة يتجولون فيها طلباً للمرعى ولتوفير العلف لمواشيهم .

وحينما تتساقط الأمطار تنتعش النباتات الشجرية والشجيرية الآنفة الذكر ، ويزداد نموها الخضرى وتزدهر ، إضافة إلى بعث الحياة فى النباتات النائمة ، وانتشالها من طور السبات . ومن بين تلك النباتات المهمة ما يسمونه هناك : زيرى ، وأبورو . أضف إلى ذلك الكثير من أنواع الأعشاب الخضراء والحشائش التى تنمو فى مراعى أعالى المرتفعات ، ويطلقون عليها أسماء مثل : زيو ، ميوجى ، اديسيورو ، وديوسومرى وغيرها كثير .

وتتضمن الدورة العادية خلال العام الذى تتساقط فيه الأمطار ، مراعى فى الوديان السفلى خلال فصلى « بورو » و « سيجينى » . وبعدها يتوقف سقوط الأمطار ، ويحدث ذلك عادة فى نهاية سيجينى أو فى « بابيراى »، ويظهر تأثيرها فى النمو النباتى بعد ثلاثة أسابيع أو أربعة ، يتحرك خلالها الرعاة من التيدا بقطعانهم صعدا إلى مراعى المرتفعات ، مراعى تارسو ، لتغذيتها . وحينما تنفد نباتات مراعى التارسو ، أو حينما تشتدّ البرودة يعود رعاة التيدا مرة أخرى إلى قيعان الوديان المنخفضة ، حيث يجدون لقطعانهم علفاً جيداً ناميا ، قد غذته المياه المنصرفة من المرتفعات خلال تلك الأودية .

وحينما ينعدم سقوط المطر ، أو عندما يشح وتقل كميته ، يتحدد المرعى فى الوديان الغنية بأشجار السنط ، ذلك أن كثيراً من الروافد الصغيرة تصبح غير صالحة للرعى ، بسبب قلة النمو النباتى من جهة ، ولعدم توفر مياه الشرب ، وبعد مواردها من جهة أخرى . أما مراعى المرتفعات ، فتصبح مجدبة ، لأنها تفتقر إلى النمو الشجرى ، وبدون الأمطار لا تنمو الأعشاب والحشائش .. وفى مثل هذه الحالة تدور دورة الرعى حول الوديان الرئيسية . فتتحرك كل عائلة بمواشيها فيما بين الوديان الرئيسية وعلى امتداد قيعانها للبحث عن العلف .

وللتحايل على ظروف الجفاف وقلة المطر وانكماش موسم سقوطه ، توصل

شعب التيدا لنظام اعتقدوا بصحته ، فهم يقطعون الأغصان المتفرعة فى أشجار السنط . وتأكل الماعز والإبل الأوراق الصغيرة الخضراء والأشواك ، أما الأغصان نفسها فينزعون لحاءها الخارجى ، أما اللحاء الداخلى فيقدمونه علفاً لحيواناتهم .. وهم يقولون إن شجرة السنط يمكنها أن تستعيد نموها وتعوض الأغصان التى انتزعت منها فى خلال عامين ، ومن ثم فإن الإفادة من أفرع كل شجرة سنط يتم كل ثلاث سنوات مرة . ومن الطبيعى أن يتعقد نظام القطع والتشذيب الدورى هذا بمرور السنين . ورغم إراحة أشجار السنط سنتين كاملتين لتستعيد نموها بعد القطع ، فإنه يتضح لأى مشاهد ، كما اتضح لعشائر التيدا أنفسهم ، أن القطع الدورى مع استمرار ظروف الجفاف وشح المياه ، قد أضر بمعظم أشجار السنط ، فبعضها قد استنزف تماماً ، والآخر قد توقف عن النمو، وأضحى شجيرات قزمية.

النظام الاجتماعى :

وحدة النظام الإجتماعى عند التيدا هى الأسرة ، وهى نواة المجتمع التيداوى، والوحدة الأساسية المشاركة فى الممتلكات وفى الرعى . والأسرة عندهم بمعناها الضيق تضم الأب والأم والأبناء ، وبمعناها الواسع تشمل العم والخال والخالة وأولادهم ، أى الأقرباء والأصهار . وتتألف العشيرة من مجموع الأسر الكبيرة ، أى الأسر بمعناها الواسع . ويسكن مرتفعات تيبيستى الليبية سبع عشائر تيدية فقط. وهذا يعنى أن سبع عشائر تيدية فقط لها حقوق السيادة التقليدية على جميع أراضى المنطقة . ورغم هذا فإن عديداً من أفراد عشائر أخرى لا يقل عددها عن ست ، ممثلون فى المنطقة ، ويعيشون فيها ويتجولون فى مراعيها دون مضايقات من عشائر التيدا .

ويقوم برعاية المراعى والإشراف عليها واستغلال مواردها ، أحد رجال العشيرة العريقة ، ويكون سليل سلف قد تمرس بالمنصب ، ويحسب بمثابة أب روحى للجميع ، فيتميز بقوة الشخصية والخبرة وبعد النظر . فهو الذى يقرر مواعيد حصاد محاصيل الحبوب الطبيعية ، وهو الذى يحدد مواسم قطع أغصان أشجار السنط ، وهو الذى يوزع هذا وذاك بالعدل والقسطاط على جميع الأسر

المقيمة فى المنطقة . ولكل ساكنى الإقليم حقوق متساوية فى المشاركة فى خيرات المراعى ، سواء كانوا أفراداً فى عشيرة الأب الروحى أو الوكيل ، أو كانوا أفراداً فى عشائر أخرى . وليس للأب الرُوحى أية صلاحيات أو حقوق أو مزايا خاصة ، فهو بمثابة وكيل يتم تعيينه بالوكالة ليتولى الإشراف على المراعى ، ولا يحسب رئيساً ولا مالكاً .

أعداد الرعاة من التيدا وتأثرها بالجفاف :

فى أواخر عام ١٩٧٤ كانت منطقة الدراسة تحوى ٢٦٤ عائلة . وقد قيست مساحة منطقة الدراسة بالبلانيمتر ، فبلغت ١٨٩٥٠ كم٢ ، ولا يدخل ضمن هذه المساحة منطقة مرتفعات « أوزو » Aozu وشبكة أوديتها ومراعيها ، وبذلك كانت الكثافة الأسرية ٠,٠١٤ أسرة لكل كيلو متر مربع . وتلك كثافة عامة ، لم تأخذ فى الحسبان مساحة المراعى الفعلية الصالحة للتجوال والسكنى ومن ثم فقد تم حساب المساحة التقريبية ، بواسطة البلانيمتر ، لأراضى الأودية الرئيسية التى تنمو بها أشجار السنط ، ووجد أنها ١٩٧٦ كيلو متراً مربعاً . ومن ثم أمكن حساب الكثافة العائلية الحقيقية بطريقة أكثر دقة وفاعلية ، وتبين أنها تبلغ ١٣٣, ٠ عائلة لكل كيلو متر مربع من الأراضى المستخدمة فى الرعى . وتزداد الكثافة الفعلية إذا ما أخذنا فى الحسبان أن ثلث أراضى أشجار السنط هو الذى يستغل ، باعتبار الدورة الثلاثية التى أشرنا إليها سابقاً . ومن ثم تصبح طاقة الاستغلال ٠,٤ عائلة لكل كيلو متر مربع ، مقابل كثافة فعلية على أراضى أشجار السنط مقدارها ٠,١٣٣ عائلة لكل كيلو متر مربع .

وحتى أواخر السبعينيات وأوائل الثمانينيات ، كان قد غادر إقليم تيبيستى الجبلى الليبى من عائلات التيدا ، بسبب الجفاف ، نحو ٨١ عائلة ، واستوطنوا قرية ربيانا الليبية . كما هجر الإقليم نحو ١٩ عائلة أخرى ، اتجهت إلى قرى واحات الكفرة وفزان فى ليبيا ، وإلى تشاد . وبإضافة أعداد هذه العائلات المهاجرة إلى العدد الفعلى الذى كان يقطن الإقليم فى أواخر عام ١٩٧٤ ، يصبح عدد العائلات من عشائر التيدا التى كانت تقطن الإقليم قبل حلول الجفاف ابتداء من

الثلاثينيات نحو ٣٦٤ عائلة بكثافة عائلية مقدارها ٠,٠٢ عائلة لكل كيلو متر مربع من الأراضى الممطرة ، ويتضح من هذا أنه رغم التناقص فى أعداد العائلات بالهجرة ، فإن الكثافة تضاعفت نحو ٢١ مرة ، وذلك راجع ، بطبيعة الحال ، إلى تقلص مساحات المراعى ، وفقرها المطرد ، وتدنى نمو أشجار السنط .

أعداد القطعان وتأثرها بالجفاف :

كما قد أثر الجفاف فى أعداد العائلات سلباً ، كان له نفس التأثير فى أعداد القطعان من الحيوانات التى ترعاها كل أسرة . ففى أواسط السبعينيات بلغ متوسط عدد رؤوس الماعز التى ترعاها كل أسرة عشرين رأساً ، بمجموع كلى لجميع العائلات حينذاك مقداره ٥٢٨٠ عنزة ، يخص كل كيلو متر مربع من أراضى الرعى نحو ثمانى رؤوس . وبسؤال عدد من العائلات التى نزحت إلى قرية ريانا ، كان الجواب أن كل عائلة كانت تملك فى الماضى عدداً يتراوح بين ١٠٠ ـ ٣٠٠ رأس من الماعز . وبإستخدام الرقم الأكبر ، وهو ٣٠٠ رأس ، نصل إلى مجموع أقصى مقداره ١٠٩٢٠٠ رأس من الماعز ، كانت فى الماضى تقتات من مراعى جبال تيبيستى ، حينما كانت السماء تجود بكميات وفيرة من مياه الأمطار .

هذا فيما يخص أعداد الماعز فى أواسط السبعينيات وفيما مضى . أما أعداد الإبل ، فقد تناقصت هى الأخرى بشدة . فمتوسط ما تملكه كل عائلة جملان فقط ، بينما كان العدد يبلغ عشرين جملاً فيما مضى . ولا شك أن أعداد القطعان ، مثل أعداد الأسر ، قد تناقص منذ أواسط السبعينيات : الأسر تتناقص بالهجرة ، وأعداد القطعان تنكمش بانكماش مناطق الرعى ، وتدهور الثروة الشجرية ، وذلك راجع إلى شح المطر بازدياد الجفاف .

الموارد الاقتصادية :

وتربى عشائر التيدا الماعز من أجل ألبانها ولأهميتها التجارية لهم . ونادراً ما تذبح من أجل التغذية بلحومها . وهناك موارد رزق أخرى تجنيها عائلات التيدا

من الإقليم الجبلى ذاته ، يتمثل فى التمور ، والذرة العويجة أو الصفراء ، التى تنمو فى عدد من الواحات القليلة المبعثرة فى الأحواض الجبلية ، وكذلك الحبوب البرية والثمار والبذور التى تظهر وتنمو عقب سقوط أمطار غزيرة . أما اللحوم فإنهم يحصلون عليها من صيد الحيوانات البرية كالغزال ، والماعز الجبلية التى يصيدونها بإستخدام الرماح وبمساعدة الكلاب .

التجارة :

يقوم رجال التيدا بالمتاجرة بداخل الإقليم الجبلى وبخارجه ، إما بالبيع أو الشراء ، أو عن طريق المقايضة ، وذلك لتوفير مختلف السلع لمعيشتهم ، سواء كانت سلعاً غذائية ، أو للملبس أو لمستلزمات المساكن أو لبنائها . وأهم ما يعرضونه للبيع أو للمقايضة ، يتمثل فى الحيوانات وفى المنتجات الحيوانية ، كالجلود ، والزبدة ، واللحوم المجففة سواء كانت لحوم حيوانات برية أو مستأنسة ، والأعشاب الطبية ، وبعض السلع المصنوعة يدوياً من جلود الحيوانات ، ومن الأخشاب ومن سعف النخيل .

ويتم نقل هذه السلع على ظهور الجمال أو الحمير ، وأحياناً بواسطة الشاحنات كلما تيسر (مشاهدات الزيارة الأخيرة ، مايو ١٩٩٣) ، وشبكة التجارة عن طريق المقايضة معقدة ، ذلك أنها تتطلب تمديد عدد قليل من السلع الأساسية التى تدخل فى التجارة ، فالبيع بالمقايضة لسلعة مقابل سلعة أخرى ، وهذه مقابل سلعة ثالثة ، ومن ثم تتضمن عملية المقايضة حسابات دقيقة للوصول لربح مناسب ، وللحصول على المتطلبات فى النهاية بأسعار معتدلة . ولهذا فلرجال التيدا دراية وخبرة بالمقايضة بالأسواق المختلفة التى يتم فيها البيع والشراء والمقايضة ، تلك الأسواق التى يرتادونها ، والتى تتوزع فوق مساحات شاسعة ، وعبر مسافات كبيرة تمتد من جنوب تشاد حتى سواحل ليبيا على البحر المتوسط .

تقسيم العمل بين النساء والأطفال والرجال :

ومادام الرجال مشغولين بالتجارة فى تلك الأسواق المتباعدة ، كان على النساء والأطفال القيام بمهمة رعى قطعان الماعز وحدهما فى الجبال . وحينما تسأل رجل التيدا عن عمله الذى يرتزق منه ، فإنه سيجيبك بأنه « يرعى الماعز » . أما إذا سألته إذا ما كان « راعى ماعز » أى يقوم برعايتها بنفسه ، فإنه سيجيبك بالنفى ، ويضيف أن زوجته وأطفاله هم « رعاة الماعز » .

من هذا نرى أن رجال التيدا يصرفون جهودهم ونشاطهم فى التجارة بعيداً عن قطعانهم ، بينما تقضى النساء معظم حياتهن فى كفاح متواصل لرعاية القطعان . ولقد يتبادر إلى الذهن أن صغر حجم القطعان يرجع إلى إهمال رجال التيدا، وانصرافهم عن رعايتها إلى التجارة داخلياً وخارجياً ، وإلى تدنى فاعلية النساء والأطفال فى القيام بتلك الرعاية . غير أن الدارس لظروف المراعى فى جبال تيبيستى ، سيرى أنها من الفقر بحيث لا تستطيع استيعاب القطعان الكبيرة الحجم ، حتى حينما كانت الأمطار أوفر منها فى وقتنا الحالى .

ولقد انخرط عدد غير قليل من شباب التيدا فى سوق العمل الأوسع بليبيا منذ بداية السبعينيات ، يعملون بالموانئ وبحقول البترول ، ورغم أن العائد المالى كبير من تلك الأعمال التى يشتغلون بها ، فإن الأرباح التى تعود إلى ذويهم فى الجبال قليلة فى العادة ، ولا توازى الاغتراب . ذلك أن تكاليف المعيشة فى المدن من مأكل وملبس ومسكن وتسلية ، إضافة إلى إغراءات المعروض من السلع فى المحلات ، كل ذلك يلتهم معظم الدخل ، فلا يعود العامل من التيدا إلى ذويه فى الجبال إلا خاوى الوفاض . ويقول رجال التيدا أن الشاب الذكى النشط يستطيع أن يجنى من وراء اشتغاله بالتجارة فى الأسواق المجاورة للجبال ، أكثر مما يجنيه من العمل فى أسواق العمل الحديثة فى المدن وحقول النفط .

إن نظام الرعى البدوى كما تمارسه عشائر التيدا فى مرتفعات تيبيستى فى وقتنا الحاضر ، وبقدر ما تسمح به ظروف الجفاف نظام هش ، لكنه يبقى ما دامت أحوال المناخ الحالى مستقرة ، أما إذا ما استمر الجفاف واشتدت وطأته ، فإن شعب التيدا لن يستطيع ، على الأرجح البقاء ومواصلة المعيشة فى هذا القسم

من تيبيستى . وحتى إذا ما حدث أن تحسنت أحوال المناخ ، وإزدادت كميات الأمطار ، فإن عشائر التيدا لن تبستطيع المعيشة فى نفس مستوى معيشة سكان ليبيا، إلا إذا اهتمت الدولة بأحوالهم ، واحتوتهم فى اقتصادها العام بتقديم المساعدات ، وإعطائهم امتيازات ، وتوفير كافة الخدمات لهم .

مستقبل الرعى التقليدى :

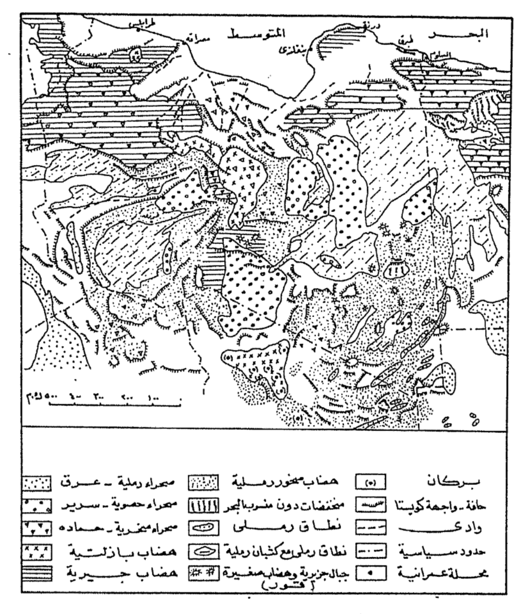
لا شك أن البداوة بمعنى التنقل والترحال حرفة قديمة فى بيئة المناطق الجافة ، وأشهرها على مر الأعصر البشرية ، بداوة سكان أراضى العالم الإسلامى فى قارتى أفريقيا وآسيا ، بداية من المحيط الأطلسى ، مروراً بالصحراء الكبرى الأفريقية ، وعبر البحر الأحمر إلى شبه جزيرة العرب ، وصحارى إيران وأفغانستان وباكستان ، إضافة إلى صحارى وسط آسيا . ولم يكن ترحل السكان وراء المرعى فحسب ، بل بهدف التجارة أيضاً كما أسلفنا ، لكن اتصال البداوة بالرعى أوثق من غيره فى البيئة الصحراوية ، ومثلت القبيلة نظامها الاجتماعى الذى كان يزداد صلابة مع قسوة الحياة وشظف العيش .

إن حياة البدو كما وصفناها تمثل الصورة التقليدية للمعيشة فى الصحارى. أما اليوم فإن الأوضاع قد أخذت فى التغير السريع . ولقد تقبل البدو هذا التحول الكبير الذى أحدثه اكتشاف الثروات المعدنية ، وبخاصة البترول والغاز الطبيعى واستغلالها منذ أواسط هذا القرن العشرين . وتعد الثروة المعدنية العامل الجديد الذى غير بناء بيئة السكان المعاصرة فى أقطار المناطق الجافة .

إن حكومات الدول الصحراوية البترولية تنظر إلى البداوة نظرة فى غير صالحها ، وهى تعمل جاهدة على تشجيع البدو على الاستقرار واحتراف الزراعة . ففى رأيها أن التحول إلى الاستقرار والزراعة أنفع وأجدى ، إضافة إلى تسهيل توصيل الخدمات التعليمية والصحية وغيرها إلى مراكز الاستقرار . وقد تم تنفيذ عدد كبير من المشروعات الحكومية الناجحة لتوطين البدو فى كثير من أحواض

الأودية الصحراوية . كما نزحت أعداد كبيرة من سكان البوادى إلى مراكز الحضر الآخذة فى النمو المطرد السريع ، وانخرطت أعداد كبيرة من شباب البدو فى صفوف الحرس الوطنى والجيوش الوطنية .

وبالنظر إلى خرائط توزيع السكان وكثافتهم فى دول الأراضى الجافة البترولية ، سيتضح التفاوت الصارخ ، بين بؤر حضرية كثيفة السكان ، ومساحات شاسعة أصبحت تخلو تماماً من السكان . إن إهمال الرعى التقليدى معناه إهمال أراضى لا تصلح إلا لتربية الحيوان . إننا نرى لزاماً على صناع القرار تقويم السياسة الاقتصادية ، ودراسة الامكانيات المتعلقة بالرعى الطبيعى للحيوان . ذلك أن الرعى البدوى يحث الخطى نحو الزوال ، وسيصبح حرفة « حفرية » تتم دراستها من خلال نماذج متبقية ، آيلة للفناء ، كما نفعل عند دراستنا لحرفتى القنص عند البوشمن فى صحراء كلهارى ، وعند الاستراليين الأصليين فى صحراء غرب أستراليا .



شكل (٢) مورفولوجية ليبيا والأراضى المتاخمة (من غرب مصر ، وشرق تونس والجزائر ، وشمال تشاد والنيجر)

امتداد شاسع المساحة من الأراضى المتنوعة السطح والعطاء ، تمكن السكان منذ القدم من التكيف بظروف بيئتها ، واستغلوها أفضل استغلال مناسب لها . والآن، بعد فورة البترول ، يحدث التغير السريع الذى لا يتناسب مع طبيعة الاستغلال الأمثل ، فتتم الهجرة إلى المدن الجديدة ، والأخرى القديمة الآخذة فى النمو السريع . ولما كان سيل الهجرة مستمراً وسريعاً ، فلن يمضى وقت طويل حتى يتم تفريغ الصحراء من ساكنيها ، وتزول حرفة عريقة هى « الرعى التقليدى » .

المراجـــــع

المراجع العربية :

١ ـ إبراهيم نحال (١٩٨٧) : التصحر فى الوطن العربى . معهد الإنماء العربى . بيروت .

٢ ـ أحمد عبد الرحمن الشامخ (١٩٧٩): توطين البدو فى المملكة العربية السعودية (الهجر) . رسالة رقم (٣) من الرسائل الجغرافية ، منشورات الجمعية الجغرافية وقسم الجغرافيا ، جامعة الكويت .

٣ ـ أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا (١٩٨٩) : موسوعة الصحراء الغربية، القاهرة . (تقع الموسوعة فى أربعة مجلدات تضم عدداً كبيراً من الأبحاث فى مختلف التخصصات العلمية ، ومن بينها أبحاث تخص النبات الطبيعى والرعى ..) .

٤ ـ السيد خالد المطرى (١٩٨٧) : الجغرافيا الحيوية ، الطبعة الثانية ، دار القبلة للثقافة الإسلامية ، جدة . (به فصول عن النبات والحيوان فى الصحارى) .

٥ ـ جودة حسنين جودة (١٩٧٣ ، ١٩٧٥) : أبحاث فى جيومورفولوجية الأراضى الليبية . جزءان ، الأول ١٩٧٣ ، الثانى ١٩٧٥ ، منشورات جامعة بنغازى (قار يونس حالياً) بنغازى ، ليبيا . (يضم دراسات عن الإطار الجبلى الجنوبى الذى يشتمل على مرتفعات تيبيستى).

٦ ـ ــــــــــــــ (١٩٩٣) : العالم العربى ، دراسة فى الجغرافيا الإقليمية ، الطبعة السادسة ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .(يضم دراسات عن النبات والحيوان ، والبدو والبداوة فى صحارى العالم العربى ، ومن بينها الصحارى الليبية) .

٧ ـ ــــــــــــــ (١٩٩٦) : الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع ، طبعة ثامنة ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية . (يضم بحثاً يخص التغيرات المناخية بالأراضى الليبية خلال المليون سنة الأخيرة) .

٨ ـ ــــــــــــ (١٩٩٧) : الجغرافيا المناخية والحيوية ، طبعة سادسة ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

٩ ـ عبد العزيز طريح شرف (١٩٥٨) : مشكلة الأمطار فى ليبيا ، مجلة كلية الآداب والتربية ، الجامعة الليبية (بنغازى ، قار يونس حالياً) بنغازى المجلد الأول ، صفحات ٢٩٥ ـ ٣٢٠ . (دراسة عن تذبذب الأمطار فوق الأراضى الليبية) .

١٠ ـ ــــــــــــ (١٩٧٤) : جغرافية ليبيا ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية .

١١ ـ محمد محمود الصياد ، ومحمد سعودى (١٩٦٦) : السودان ، دراسة فى الوضع الطبيعى ، والكيان البشرى ، والبناء الاقتصادى ، القاهرة (به دراسات عن الرعى والرعاة فى صحارى وأشباه الصحارى بالسودان) .

١٢ ـ محمد أرباب السيد (١٩٨٦) : التصحر وآثاره فى إقليم كردفان بالسودان . رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية (بإشراف المؤلف) .

المراجع الأجنبية :

1 - Annaheim, H. (1984) : Dic afrikanische Landschaften. (البيئات الأفريقية) Bern, Schweiz .

2 - Cohley, L. J. (1973) : An introduction to Botany of the Arid-Lands. London.

3 - Darlington, P. J. (1977) : Zoogeography, the geographical distribution of animals. New York .

4 - De Blij, H. J. (1975) : Geography of Sub - Saharan Africa. Chicago.

5 - Gouda, G. H. (1982) : Morphologische Studien in hohen Tibisti, Libya. Zeitsch. Geom. 4

6 - Illies, J. (1974) : Introduction to Zoogeography. London.

7 - Laubenfels, D. J. (1980) : AGeography of plants and animals, Foundations of geography series, Broowen, W.M.

8 - Newbigin, M.T. (1968) : Plant and animal geography .

9 - Robinson, H. (1972) : Biogeography. London.

10 - Salisbury, E.J. (1967) : The geographical distribution of plants in relation to dimatic factors. Geog. Jour., January .

11 - Schmidt, N. (1964) : Desert animals : Physiological Problems of heat and water. Claranden Press, Oxford .

12 - Shmithuesen, J. (1978) Allgemeine Vegetationsgeographie (الجغرافيا النباتية العامة) Berlin .

البحث الرابع عشر

مستقبل الأراضى الجافة

مستقبل الأراضى الجافة

مقدمـة :

لقد عاش الانسان فى الأراضى الجافة آماداً طويلة ، واستطاع ، بما أوتى من عقل وحكمة ، أن يطوع ظروفها القاسية ، أو أن يتأقلم بها . وتمكن من معرفة معطياتها واستكشاف مزاياها ، فاستغل مواقعها الجغرافية وعلاقاتها المكانية فى التجارة والوساطة التجارية ، مستخدما الجمل سفينة الصحراء . ومع التقدم فى وسائل النقل ، حلّت محله الشاحنات على دروب الصحارى التى جرى تعديلها وتنظيمها وتمهيدها ، وكذلك السكك الحديدية التى تسير عليها القطارات بسرعات متزايدة ، إضافة إلى الطيران الداخلى الذى يربط مراكز العمران المتناثرة ويصلها بالخارج .

إن القدرات الخلاقة للإنسان الساكن فى الصحراء ، تفسر لنا ازدهار الحضارة ونشوء مراكز العمران النشطة فيما مضى ، وهى أيضاً الواعدة فى التحكم فى ظروف المستقبل . وليس بغريب أن يخص الخالق سبحانه وتعالى ، الأراضى الجافة برسالاته . ففيها نزل الوحى على موسى وعيسى ومحمد عليهم جميعاً أفضل الصلاة وأذكى السلام . ومن الأراضى الجافة خرجت دعوة الحق إلى مختلف انحاء العالم ، وأقاليمه الرطبة ، وقدمت الحلول السعيدة لمشاكل سكانها .

والآن تتردد آراء وتكثر اقتراحات تُزكّى الأراضى الجافة وشبه الجافة ، لأن تكون مجالات للاستغلال الرعوى والاستخدام الزراعي ، حيث تكمن الحلول لمشاكل الغذاء فى العالم ، إضافة إلى ما تحويه تلك الأراضى من ثروات معدنية وموارد للطاقة .

وتضم الامكانيات الاقتصادية للأراضى الجافة وشبه الجافة البنود الآتية :ـ

ـ الأراضى الصالحة للرعى البدوى التقليدى .

ـ أراضى الاستصلاح للاستزراع .

ـ الثروة المعدنية موارد الطاقة والصناعة .

ـ موارد المياه العذبة .

وتأتى المياه العذبة فى المقام الأول ، فلا رعى ولا زراعة ولا تعدين ولا صناعة بدون المياه العذبة . وقد وضعناها الأخيرة فى الترتيب ، لأن بنود الاقتصاد كلها ، وامكانات التوسع فيها تتوقف على مدى توفر الماء العذب ، واستمرارية الحصول عليه .

الرعى أساس اقتصاد الصحراء

لاشك أن رعى الحيوان يمثل الاستخدام الأمثل لأرض المناطق الجافة . ذلك لأن الماء ، كما ذكرنا هو العامل المتحكم فى الاقتصاد الصحراوى ، سواء من حيث الوجود أو النوعية . فالحياة فى المناطق الجافة لا تتوقف على وجود المياه ووفرتها ، والاقتصاد فى استخدامها فحسب ، وإنما تعتمد أيضاً على نوعيتها ودرجة ملوحتها .

فإذا ما توفرت المياه فى الصحارى ، وعادة ما توجد بكميات متفاوتة ، فإن المشكلة تتركز حينئذ فى كيفية معالجة ملوحتها .

فإذا ما أمكن تخليص المياه من الملوحة بوسائل سهلة ورخيصة .فإن قسماً كبيراً من مشكلة تعمير الصحارى يصبح وشيك الحل .

وتتراوح ملوحة المياه الجوفية فى الأراضى الجافة بين ٣٠٠ و ٣٠٠٠٠ جزء فى المليون [١] ، بينما يبلغ متوسط ملوحة مياه البحار والمحيطات حوالى ٣٥٠٠٠ [٢] جزء فى المليون . وعلى الرغم من أن الصخور التى تتألف منها أراضى المناطق الجافة لا يشترط بالضرورة احتواؤها على نسبة عالية من الأملاح ، فإن ما يترسب من الأملاح نتيجة لعمليات التبخر الشديد بتأثير ظروف الجفاف ، يزداد بازدياد طول فترات الجفاف . ذلك أن أية رطوبة بالأراضى الجافة حينما تصل إلى السطح ما تلبث أن تتبخر ، وتترك محتواها الملحى على السطح ، بينما تتمكن المياه الوفيرة فى الجهات الرطبة من غسل التربة وإزالة أملاحها .

والنبات الطبيعي يستطيع التكيف بالبيئة الصحراوية الجافة [٣] ، ذلك أن له قدرات خاصة على امتصاص رطوبة التربة ، وتحمل درجات ملوحة مرتفعة . أما النبات المزروع فيتطلب كميات كبيرة من المياه العذبة ، لا تتعدى ملوحتها درجات معلومة لكل محصول زراعي . وكل ما أمكن التوصل إليه لتدبير أكبر قدر من المياه ، خلط المياه العذبة بمياه الصرف ، لسقاية أنواع معلومة من المحاصيل الزراعية .

وإذا كان لكل نوع مناخي نبات خاص يجود فيه طبيعياً دون حاجة لتدخل الإنسان ، كشجرة الزيتون التي يدل نموها الجيد في منطقة معلومة على تأثير ظروف مناخ البحر المتوسط ، فإن شجرة نخيل التمر تعتبر مثالية للمناطق الحارة الجافة ، فهي تجود حيثما توفرت ظروف الحرارة والجفاف . وهي تقبل السقاية بمياه مالحة ، تصل درجة ملوحتها إلى ٨٠٠٠ جزء في المليون ، بل إنها تتحمل درجات ملوحة أعلى من ذلك ، لكن إنتاجيتها تتناقص بإزدياد الملوحة عن هذا القدر . ويتحدد وجودها بالمناطق الجافة بوفرة المياه ، لأنها تتطلب لسقايتها كميات كبيرة منها . ومن ثم فإن زراعتها تنحصر في الواحات الغنية بالمياه .

وإذا كانت زراعة النخيل ، وهي الشجرة المثالية النمو في الصحارى تجد صعوبات ومعوقات عدم كفاية المياه ، فإن رعي الحيوان أيسر ، وأكثر ملاءمة وأبقى على الزمن ، فالحيوانات المستأنسة في المناطق الجافة ، وأخصها الإبل والماعز والغنم ، تلزم لسقايتها كميات قليلة من المياه ، كما أنها تقبل شرب المياه المرتفعة الملوحة .

فالإبل تشرب مرة كل يومين في الصيف ، وإذا ما توفر مرعى جيد في المنخفضات وقيعان الوديان ، فإنها تكتفي بالشرب كل أسبوع مرة . ويمكنها الامتناع عن الشرب طوال الشتاء ، حين يقترن فصل البرودة بالأمطار ، وبالتالي بالمرعى الجيد الذي تتوفر فيه نسبة من المياه تصل إلى نحو ٨٠٪ [٤]. وفي هذا الفصل لابد من رعاية القطيع والتجول وراءه لأنه يستطيع أن يقطع في تجواله وراء المرعى مسافة قد تصل إلى ٢٥ كم في اليوم ، فهو لا يتقيد بمورد مائي يستقي منه كالماعز والأغنام ، وإنما يكفيه المحتوى المائي في النبات ، ويغنيه عن الشرب ،

أما فى الصيف مع الحرارة والجفاف ، فإن الإبل تلتزم مورد الماء فى الواحات ، أو ينتقل الرعاة بقطعانهم إلى هوامش الصحراء ، أو إلى مناطق الكثبان الرملية حيث يتوفر قدر من المياه اللازمة لسقايتها . وتلك هى « رحلة الرعى الأفقية » التى تميز القبائل البدوية فى المناطق الجافة ، وهى طريقة الرعى البدوى التقليدية ، التى تتميز عن « رحلة الرعى الرأسية » التى سبق أن وصفناها فى مرتفعات تيبيستى ، والتى تمارسها قبائل « تيبو » و « تيدا » . والتى نجدها أيضاً فى مرتفعات تاسيلى والحجار الجزائرية ، ومرتفعات زاجروس بإيران .

ورغم أن الأغنام والماعز تتطلب السقاية يومياً ، وتلزم لها مراعى جيدة كى تدر الألبان ، بينما يستمر إدراد نوق الإبل طوال السنة تقريباً ، فإنها هى الأخرى تستطيع تحمل مياه ملوحتها عالية . فالأغنام الاسترالية تستطيع تحمل ملوحة تصل إلى ٢٥٠٠٠ جزء فى المليون ، ولكنها تتأثر سلباً على المدى الطويل إذا ما زادت الملوحة عن ١٩٠٠٠ جزء فى المليون [٥]. وللعلف الأخضر تأثير إيجابى على تحمل الملوحة .

يتضح مما سبق أن رعى الحيوان يمثل الاستخدام الأمثل لأراضى المناطق الجافة ، لأن حيوانات الصحراء أكثر اقتصاداً من غيرها فى استخدام المياه ، وأقدر من غيرها على تحمل الملوحة العالية ، وعلى الحركة والانتقال وراء المرعى الطبيعى الذى يتميز بقدرات فائقة ، أيضاً على تحمل الجفاف والملوحة ، وعلى الاستفادة من رطوبة التربة .

والرعى لا يقتصر على تلك الجماعات البدوية التى تتجول بقطعانها فى داخلية الصحارى بحثا عن المرعى ، والذى يتمثل فى النباتات الحولية التى تنبت وتزدهر عقب سقوط أمطار فجائية ، وإنما يتم أيضاً فى الأراضى شبه الجافة التى تتساقط فيها الأمطار الفصلية ، بشئ من الانتظام ، فإن ممارستها تتم فى قلب المناطق الشديدة الجفاف ، إذا ما توفر الرى الصناعى عن طريق نهر عابر لها ، أو بماء باطنى عثر عليه فيها .

إن الرعى البدوى الذى اشتهرت به صحارى العالم القديم يضمحل بخطى حثيثة ، ويسرع فى الزوال عن طريق مغريات التحضر ، وتشجيع الحكومات للبدو

على الاستقرار والزراعة غير المضمونة على المدى الطويل . ذلك حال الرعى والرعاة فى دول البترول بالشرق الأوسط [٦] . أما البدو والرعاة فى دول أخرى غير بترولية كتلك التى تقع فى نطاق الساحل الأفريقى ، فإنهم يعانون من الجفاف ، ومن سوء استخدام المراعى ، وتدنى إنتاجية الحيوان لحوماً وألباناً ، ومن الإهمال وإحجام الاستثمارات الأجنبية ، لعدم وجود الضمانات الكافية ، وكثرة القلاقل والاضطرابات وحالة عدم الاستقرار السائدة .

أراضى الاستصلاح للاستزراع

١ - بالمياه الجوفية الحفرية :

كتب الكثير عن زراعة الواحة ، كما ترجم الكثير من الدراسات الخاصة بها ، وكلها دراسات متفائلة ، تقدر للمياه الباطنية عمراً مديداً ، ومن ثم لزراعة الواحة على مواردها الوفيرة مستقبلا طيبا . وتبعا لذلك أقيمت مشروعات زراعية إنتاجية فى الأقطار البترولية تحت شعار « زراعة البترول » أوردنا دراسة لأمثلة منها فى بحث سابق [٧] ، فى المملكة العربية السعودية وفى ليبيا ، وتلك مشاريع حكومية ، إضافة إلى تشجيع الحكومات للمزارع الخاصة بإعطاء القروض ، التى عادة لا ترد ، وتوفير المعدات اللازمة لحفر الآبار العميقة وشراء المحصول . ومثال محصول القمح الوفير فى المملكة السعودية مشهور ، حتى أن الفائض تم تصديره بدعم ، أو فى صورة منح ومساعدات إلى بلدان الحاجة .

فى رأينا أن تلك المزارع « شبحية » ، تظل قائمة ما دام الدعم يسندها ، وتنتقل « كالشبح » من مكان نضب ماؤه إلى آخر لاستنزاف مائه ، وقد نبهنا لذلك منذ بداية السبعينيات فى أبحاث متعددة عن المياه الحفرية ، وقرئت للمؤلف أبحاث فى مؤتمرات عربية دولية (فى عام ١٩٧٥ ببنغازى ـ ليبيا ، وفى عام ١٩٧٩ بالرياض ـ المملكة السعودية) .

إن الأراضى الجافة لا تنقصها التربات الطميية واللومية الحفرية [٨] . ذلك أن منخفضاتها كانت مصبات لتصريف مائى مركزى على مدى فترات طويلة

مطيرة ، إبان عصر البليستوسين ، بل ومن قبله خلال البلايوسين آخر عصور الزمن الثالث ، الذى تميز هو الآخر بفترات طويلة رطبة ، وفيها تراكمت رواسب فيضية ، عمرتها النباتات الطبيعية قديما ، ثم النبات المزروع بالاستيطان البشرى حديثاً . ومن ثم فإنها تتصف بخصائص التربة الخصبة المنتجة ، لكنها تفتقر إلى الماء .

إن أى دارس لمنخفض صحراوى يمكنه تمييز الترابات الغرينية الحفرية بسهولة ويسر . فهى تختفى أسفل غطاء من الرمال السافية متفاوت السمك . وسمكها كبير ، يقدر أحياناً بالأمتار ، لكن مستوياتها العليا ترتفع فيها نسبة الأملاح ، ولذلك فهى بحاجة إلى غسيل واستصلاح ، وينبغى أن يصاحب الرى الصرف ويلازمه ، ففى مثل هذه البيئة الحارة الجافة تتضاعف حاجة الزراعة إلى الماء ، لقد تم تقدير المساحات الصالحة للزراعة الفورية فى حالة توفر الماء بمنخفضات مصر الغربية وحدها ، بنحو نصف مليون فدان ، تزداد إلى الضعف ما دام الماء موجوداً ، بل لقد اكتشفت أراضى منبسطة مستوية ذات تربات صالحة للزراعة ، تصل مساحتها إلى مليونين من الأفدنة فى شرق جبل العوينات . وقيل أن المياه الجوفية متوفرة وأقيمت هناك مزرعة تجريبية فسيحة [٩] .

إن المشكلة فى الأراضى الجافة وشبه الجافة ليست مشكلة وجود أراضى قابلة للزراعة ، فمنها ملايين الأفدنة مبعثرة فى منخفضات ثلث اليابس الجاف ، ولكنها مشكلة مياه ، والخلل فى التوازن المائى الجوفى يعمها جميعاً ، نتيجة لتلك المشروعات الزراعية الكبيرة ،والتى قامت ، أعود فأقول ، على أساس فهم غير صحيح ، ومعرفة قاصرة بالمياه الجوفية الحفرية [١٠] .

إن التفاؤل الشديد ، وكذلك التسرع ، سمتان لا مكان لهما فى ميدان العمل الزراعى بالأراضى الجافة ، ويجب التخلى عن المشروعات الإنتاجية الكبيرة القائمة على الرى من المياه الجوفية . ونحن نعتقد أن أنجح المشاريع التى يمكن أن تقام هناك ، ينبغى أن تكون صغيرة محدودة الرقعة ، ما دامت تعتمد على موارد المياه الجوفية الحفرية ، وأن يكون هدفها مجرد تثبيت السكان المقيمين هناك ، بتدبير عائد أكبر ، وتوفير حياة أفضل ، حتى لا يجرفهم تيار الهجرة إلى المدن المكتظة بالسكان ، فتخلو الصحارى من البشر .

٢ - بمياه الأنهار :

يمكن تدبير كميات إضافية لرى أراضى صحراوية جديدة ريا مستديما عن طريق الأنهار العابرة للأراضى الجافة وشبه الجافة ، عن طريق بناء مشاريع الرى الكبرى ، كالسدود على مجارى تلك الأنهار ، واستقطاب المياه الضائعة فى مناطق المستنقعات ، عن طريق حفر مجارى صناعية مستقيمة وعميقة ، وتحويل مياه أجزاء من المجارى المائية إليها ، وتخزين المياه فى بحيرات المجارى العليا ، وتنظيم الجريان المائى على امتداد الأنهار زمن الفيضان . ورغم ذلك فإن الزيادة فى النهاية لن تتعدى بطبيعة الحال مائية النهر .

ونعود ونعطى المثال بالنيل : يبلغ المتوسط السنوى لمائية النيل الطبيعية حوالى ٨٠ مليار م٣ . وتبعا لإتفاقية مياه النيل ، يبلغ حجم حصة مصر السنوية من مياه النيل ٥٥,٥ مليار م٣ . وبعد استكمال حفر قناة جونجلى فيما بين « نيمولى » والنيل الأبيض شرقى بحيرة « نو » يتوفر لمصر ٢ مليار م٣ تزداد فى المستقبل إلى ٤ مليار م٣ بعد استقطاب فاقد مياه بحر الجبل ، وهذه تكفى لرى نصف مليون فدان ريا مستديما [١١] .

وهناك مشاريع ستتم فى المستقبل لاستقطاب كل من المياه الضائعة بالتبخر فى مناطق السدود النباتية والمستنقعات ، وتشمل التخزين فى بحيرة ألبرت ، وفواقد المياه فى مستنقعات حوض بحر الغزال وبحر الزراف ونهر السوباط ، وجملتها ٣٦ مليار م٣ ، تنال مصر منها حصة مقدارها ٧ مليار م٣ تكفى لرى ٠,٩ مليون فدان ، فيصير مجموع مساحة الأراضى الجديدة الممكن زراعتها على مياه هذه الحصة ، بالإضافة إلى حصة مياه جونجلى ١,٤ مليون فدان ، حينما تروى بالأساليب التقليدية ، تتضاعف إلى ٢,٨ مليون فدان باستخدام الأساليب المتطورة .

وتبلغ كمية مياه الصرف التى تأخذ طريقها إلى البحر كل عام ١٦ مليارم٣ [١٢] ، وهى كمية تساوى حوالى ٣٠ ٪ من حصة مصر السنوية الحالية فى مياه النيل ومقدارها كما ذكرنا ، ٥٥,٥ مليار م٣ . وتتراوح نسب ملوحة مياه

الصرف بين ۱۰۰۰ ـ ۳۰۰۰ جزء في المليون ، وبعضها تبلغ ملوحته ٥٠٠ جزء في المليون ، بينما لا تزيد ملوحة مياه النيل عن ٢٠٠ جزء في المليون .

ومن الممكن إعادة استخدام مياه الصرف للرى بعد خلطها بمياه النيل بنسبة ١ إلى ١ ، وتبلغ مياه الصرف في دلتا النيل وحدها ٧,٥ مليار م٣ ، يتم إعادة استخدام نحو ٤ مليارات م٣ منها للرى بعد خلطها بمياه النيل وتكفى هذه الكمية سقاية مليون فدان [١٣] . ويتبقى من مياه الصرف الضائعة نحو ١٢ مليارم٣ يمكن استخدامها للرى مستقبلا .

ويبلغ حجم خزان المياه الجوفية في وادى النيل ودلتاه فى مصر نحو ٥ مليار م٣ ، فى الدلتا ثلاثة ونصف مليار م٣ ، وفى الوادى ١,٥ م٣ ، ويكفى نصف هذا المقدار سقاية نصف مليون فدان ومن الممكن الجمع بين مياه الرى الجارية والمياه الجوفية فى نهايات الترع ، حيث تضعف الأولى وتغزر الثانية نسبياً [١٤] .

وإذا ما حصرنا الحجم الكلى لموارد مصر المائية فى المستقبل ، والذى يتضمن المياه من النيل ومن مياه الصرف ومن المياه الجوفية ، سنجده حوالى ٨٠ مليار م٣ فى السنة ، وهو حجم متوسط مائية النيل الطبيعية . وتكفى الزيادة فى الموارد المائية مستقبلا لإرواء نحو أربعة ملايين فدان . وهى مساحة تتوزع على جانبى الدلتا ، وفى الصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء ، وفى صحراء مصر الغربية، وفى نطاق الساحل الشمالى ، وفيما يعرف بالوادى الجديد .

وهناك إمكانيات مؤكدة للتوسع الزراعى على مياه النيل فى شرقى الدلتا وشبه جزيرة سيناء ، وكذلك فى غربى الدلتا والساحل الشمالى غرب الاسكندرية. وتبقى مناقشة إمكانية توصيل مياه النيل إلى أراضى الوادى الجديد وهو المشروع الذ يتعثر بسبب عدم كفاية المياه الجوفية .

وفكرة « الوادى الجديد » تتمثل فى إطار يجمع بين منخفضات واحات صحراء مصر الغربية ، التى تتوزّع فى صف طولى من الجنوب نحو الشمال فيما يشبه الوادى ، يناظر وادى النيل الأصلى و يوازيه ، وذلك بتوصيل مياه النيل إليه من بحيرة ناصر أوبحيرة السد العالى . ولعل نظرية « النيل القديم »

Ur Nil للعالـم الألمـانى بلانكـين هورن Blanken horn كانـت حافـزا لفـكرة « الوادى الجـديد » . وقد تبين أن المياه الجوفيـة لا تكفى طمـوحات استزراع مسـاحات كبيرة من أراضى الواحات الطمييـة الخصبـة التربة ، وعدم جدوى الاعتماد عليها فى التعمير الحقيقى الدائم ، كما كان وجود بحيرة ناصر ، بحسبانها مخزناً مائيا ضخما ، وقربها من مسار مشروع الوادى الجديد دافعاً وحافزا لهذه الفكرة .

وقد تعددت المسارات المقترحة (١٥) :

١ ـ تخرج القناة من بحيرة ناصر لتصل إلى الواحات الخارجية ، ومنها إلى الواحات الداخلة ، ثم تعود إلى النيل عند مدينة أسيوط .

٢ ـ يتم استكمـال مسـار القناة إلى منخفض واحات الفرافرة ومنخفض الواحات البحرية ، ثم تنتهى إلى منخفض وادى الريان كمصرف .

٣ ـ يتواصل المسار إلى منخفض القطارة ، حيث يرتبط بمشروع المنخفض لتوليد الكهرباء ، أو كمكمل للمشروع .

٤ ـ بعد اكتشاف الستة ملايين فدان الصالحة للزراعة شرق العوينات ، أصبح المسار المقتـرح يمر بهـذه المسـاحة الجديدة ، قبل أن ينتـهى شمـالا إلى الواحات وحتى النهاية .

وهناك أفكار أخرى ، على خلاف الوادى الجديد ، ترى :

١ ـ توصيل مياه النيل إلى الأراضى الصالحة للزراعة بالصحراء الغربية من الشمال بترعة أو أنبوب على امتداد الساحل الشمـالى ، ومن الدلتا إلى منخفض القطارة .

٢ ـ توصيل ميـاه النيل من بحيـرة ناصر إلى القطاع الجنوبى فقط من الوادى الجديد ، أى إلى الواحات الخارجة والداخلة ، وكذلك من دلتا النيل إلى القطاع الشمالى فقط فى القطارة والساحل الشمالى الغربى ، وبالتالى لا تدخل مـياه النيل إلى القطاع الأوسط من الوادى الجـديد ، وهو القطاع الذى يشـمل الواحات البحرية والفرافرة ، معتمدا على غنى هذه الواحات بالمياه الجوفية .

نخرج من دراسة هذا المثال الخاص باستزراع أراضى صحراوية على مياه نهر عابر ، أن المشكلة أيضاً ليست مشكلة نقص فى الأراضى الصالحة للاستزراع، وإنما هى مشكلة تدبير المياه . فحتى لو أمكن فى المستقبل استخدام كل قطرة من مياه النهر الإستخدام الأمثل ، فإن المساحة جد محدودة ، ولا يمكن أن تتناسب مع الزيادة السكانية المستمرة . والأقطار الصحراوية التى تعتمد على مياه الأنهار العابرة فى الزراعة مكتظة فعلا بالسكان . ويكفى أن نقول أن نصيب المصرى من مساحة أرض مصر المزروعة تبلغ ٠,١ فدان ، ومن المساحة المحصولية ٠,٢ فدان (الفدان ٤٢٠٨ متر تقريباً) وكانت فى بداية هذا القرن العشرين ٠,٧ فدان[١٦] . ولهذا فإن التوسع الزراعى الأفقى أمر ضرورى ، ولكن مداه محكوم بإمكانيات الموارد المائية التى لن تزيد عن تصريف النهر الطبيعى السنوى ، حينما يصير استغلالها على الوجه الأكمل فى نهاية المطاف . وإذ ما نجحت خطط التوسع الزراعى الأفقى ، وصاحبها تنظيم الأسرة ، فإن الوصول إلى مستوى نصيب المصرى من الأرض الزراعية والمساحة المحصولية فى أوائل هذا القرن ، رغم ضعفه، فإن ذلك يحسب إنجازا عظيماً .

وليست باكستان ، دولة نهر السند أحسن حالا من مصر. فهى تملك مثل مصر ، شبكة كثيفة للرى يتم بها سقاية نحو ٣٣,٥ مليون فدان (حوالى ١٤ مليون هكتار) ويتحكم فى مياه السند عدد من السدود والقناطر . وهناك عدد من المشاريع ، كما فى مصر ، للتوسع الزراعى الأفقى والرأسى . وتبلغ حصة باكستان من الأراضى الزراعية نحو ٠,٢٨ فدانا و ومن المساحة المحصولية نحو ٠,٤ فدانا ، وإمكانيات التوسع الأفقى على مائية السند محدودة .

ويبلغ المعدل السّنوى لكمية مياه الأنهار بالعراق حوالى ٧٣ مليار مترا مكعبا ، منها ٤٤ ملياراً نصيب دجلة ، و٢٩ مليارا للفرات [١٧] ، وتهدف سياسة التحكم والسيطرة على مياه الأنهار بالعراق ، كالحال بالنسبة للنيل والسند ، إلى تحقيق ثلاثة أهداف هى :

- توفير المياه العذبة لسقاية أكبر مساحة زراعية ممكنة .

ـ درء أخطار الفيضانات خصوصا منها الطوفانية المفاجئة التى يتميز بها نهر دجلة .

ـ ثم توليد الطاقة الكهربائية المائية .

وإذا أمكن تنظيم الرى المستديم ، وتم التحكم فى مائية نهرى دجلة والفرات بخزن مياه الفيضان لاستخدامها للرى فى الموسمين الشتوى والصيفى ، لترتب على ذلك مضاعفة مساحة الأرض المزروعة حالياً ، وتحويل الأرض البورية ، وهى التى يزرع نصفها كل سنتين مرة ، إلى الزراعة الكثيفة ، حيث تزرع الأرض كلها وفق دورة زراعية معلومة . وبالتالى يتضاعف المحصول ، ويحدث التوسع الزراعى الأفقى ، والتوسع الزراعى الرأسى فى آن واحد .

ويبلغ مجموع مساحة الأراضى التى تستفيد من مياه النهرين حاليا بطريقة الزرراعة البورية (يزرع نصف الأرض كل سنتين مرة) نحو ٣,٢٥ مليار هكتار (بمياه دجلة ٢,٠٢٥ مليون هكتار ، وبمياه الفرات ١,٢٢٥ مليون هكتار) تأخذ من مياه النهرين حوالى ١٧,٤ مليار مترا مكعبا ، إضافة إلى نحو ٢ مليون فدان تزرع بمياه الأمطار زراعة بورية أيضاً ، ويمكن حين التحكم الكامل فى مائية النهرين تدبير نحو ٢١,٥ ملياراً من الأمتار المكعبة لرى ما يقرب من ٢,٢٥ مليون هكتارا دائما (١,٥٥ مليون هكتاراً بمياه دجلة ، و٧٠٠ ألف هكتارا بمياه الفرات) ، وهكذا يمكن أن تبلغ جملة مساحة الأراضى الزراعية نحو ٧,٥ مليون هكتار ، أى حوالى ١٨ مليون فدانا مصريا ، تحتاج ٣٨,٩ مليارا من الأمتار المكعبة ، وهذه كمية تسمح بها مائية النهرين التى تبلغ فى أدنى سنى تصريفها ٤٩,٧ مليار مترا مكعبا .

ويبلغ نصيب العراقى من الأراضى المزروعة بالرى من مياه دجلة والفرات وبمياه الأمطار بنظام الزراعة البورية حالياً نحو فدانين مصريين اثنين (السكان حوالى ٢٤ مليونا [١٨] ، والأرض البورية ١٢ مليون فدان تقريبا) [١٩] . وحصة الفرد فى المساحة المحصولية نحو فدان واحد . ولكن حصة الفرد يمكن أن تتضاعف فى المستقبل ، كما ذكرنا ، لو أمكن التحكم فى مائية النهرين .

ولما كان قسم كبير من موارد العراق المائية ينشأ خارج حدوده ، فإن ما يصل منها إليه يتوقف على حسن نوايا أولئك الذى تقع فى أراضيهم مياه أعالى هذين النهرين ، ذلك أن مشاريع التحكم فى مياه أعالى النهرين خارج حدود العراق ، يمكن أن تُلحق الضرر الجسيم باقتصاده الزراعى ، وتسبب النزاع مع جاراته ، كما حدث حينما أقيم سد الفرات فى الأراضى السورية ، وبعد إقامة سدود على أعالى الفرات فى تركيا .

الثروة المعدنية وموارد الطاقة والصناعة

إن إكتشاف موارد البترول والغاز الطبيعى واستغلالها بداية من أواسط هذا القرن العشرين فى أقطار الأراضى الجافة بغرب آسيا وجنوبها الغربى وبشمال أفريقيا ، قد أحدث تغيرا فى اقتصادها العام ، فأصبحت قادرة على تمويل خطط اقتصادية طموحة فى قطاع التشييد والبناء ، وفى مجال التعدين والصناعة [٢٠] ، وفى استيراد العلم والتكنولوجيا المتقدمة ، وفى الحصول على المساعدات الفنية من مصادرها الأصلية . إن عملية التطور والتغير التى تجرى بها لتعيد إلى الأذهان مراحل التطور التكنولوجى التى مرت بها الأراضى الجافة فى جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية وغرب أمريكا الجنوبية واستراليا . ويتم نقل البترول والغاز الطبيعى عبر أنابيب من قلب الصحارى إلى الموانى المقفرة ، التى أُنشئت نشأة جديدة ، أو طورت من مجرد حلات صيد إلى مدن عصرية .

إن تطور مراكز العمران القديمة المتواضعة إلى مدن عصرية ، ليمثل تواصلا حقيقيا لاستيطان الأراضى الجافة ، وشاهدا على استمرار الحياة بين الماضى والحاضر . فقد كانت حضارات المدن هى النمط السائد فى عالم المناطق الجافة قديماً . حينما بلغ استخدام البيئات الصحراوية ، ومواقعها الجغرافية ، وعلاقاتها المكانية مرحلة زمنية طويلة ، سمحت وفرة الغذاء ، وتنوع مجالات العمل وبذل الجهد ، إعالة أعداد كبيرة من السكان ، وخاصة حول موارد المياه العذبة الوفيرة . ويتضح التواصل بين حضارات المدن قديما وحديثا حينما نقارن

بين « بابل » و « لاس فيجاس » . بصحراء نفادا بغرب الولايات المتحدة الأمريكية ، ونقارن « نينوى » بالمدينة الصحراوية المكسيكية Monterrey، **ولقد يكون الأخذ بأسباب المدنية الحديثة والتطور الصناعى مفتاح باب المستقبل لهذه الأراضى الجافة .**

ولقد كان لاستغلال الثروة المعدنية والأخذ بأسباب الصناعة أثره الكبير فى بناء الطرق وتعبيدها . وتشق الأراضى الجافة حاليا طرق مرصوفة سريعة تصل بين مراكز العمران القصية عن بعضها ، كما تصل بين مواقع استخراج البترول وموانئ تصديره . وقد شيدت الطرق على دروب قوافل الإبل ، كى تستفيد من مواضع العيون والآبار ، حيث تستريح وترتوى . ومن المألوف أن ترى ، وأنت تتجول فى الصحراء الكبرى الأفريقية ، طوابير الشاحنات الثقيلة وهى رابضة للراحة فى تلك المواضع ، وتقوم هذه الشاحنات فى ليبيا وفى الجزائر بخدمة حقول البترول ومراكز العمران المبعثرة ، كما تقوم فى الجزائر برحلة تموين فيما بين مدينة الجزائر ، والحلة الصحراوية التى تسمى تمانراسيت Tamanrasset ، الواقعة على المشارف الجنوبية لمرتفعات الحجار .

وفيما مضى لم يكن يستغل من الثروة المعدنية فى الأراضى الجافة سوى الملح ، إضافة إلى التنقيب عن المعادن الثمينة كالذهب والفضة التى كانت تغرى المغامرين على التجوال للكشف عنها ، رغم صعوبة المواصلات وغياب موارد الطاقة المحلية حينذاك ، أما الآن فإن استغلال عديد من المعادن يجرى فى الصحارى ، ففى صحراء منغوليا يعدن الفحم والفضة والرصاص ، وفى صحراء جوبى يعدن الحديد . وتنتج الأراضى الجافة بشيلى عشر إنتاج العالم من النحاس، ونحو ثلاثة ملايين طن من النترات سنويا . ويستخرج الحديد من صحارى مصر وليبيا والجزائر وموريتانيا وإيران . وأقيمت مدن تعدين الذهب والفضة فى صحارى غرب استراليا (أشهرها كولجارى Colgarie) وصحارى غرب الولايات المتحدة الأمريكية ، ولكن معظمها الآن أطلال بعد نضوب المناجم ، وتستخدم كمراكز جذب سياحية ومواضع لتصوير الأفلام السينمائية .

ولقد نرى أن مستقبل الأراضى الجافة يتمثل فى النمو العمرانى الصناعى . الذى يمكنه الاعتماد على استيراد المواد الغذائية من الخارج ، حينما تعز وتشح محليا ، فحيثما تقل موارد المياه العذبة ، يكون من الأجدى استخدام الأراضى فى الصناعة ، لأن استهلاك الفرد من المياه فى المدن الصناعية يراوح فى المتوسط ٤٥٠ لترا فى اليوم ، بينما تتطلب تربية الماشية والاستخدام الزراعى للأرض مياها كثيرة ، ولهذا فإن الصناعة تنافس الزراعة والرعى فى مجال المياه العذبة . كما هى الحال فى جنوب كاليفورنيا ، وكما هى حال مدينة مونترى الصحراوية الموقع، والتى بدأ الاستيطان بها باثنتى عشرة أسرة لجأوا إليها هربا من الكوارث الطبيعية فى أودية الأنهار كالفيضانات والأمراض وغارات الهنود ، وأخذت بأسباب الصناعة ، ونمت نمواً كبيراً بعد وصلها بخطوط حديدية بالعاصمة مكسيكو ، وبميناء تامبيكو Tampico على خليج المكسيك وبولاية تكساس المجاورة ، التى تمدها بالغاز الطبيعى (٢١) . وهى ثالثة أكبر مدن المكسيك، ومركز صناعة الحديد والصلب ، وتأتيها المياه العذبة عبر الصحراء فى أنابيب ، وتأخذ الآن بعدد من الصناعات الحديثة التى لا تستهلك كميات كبيرة من المياه . والمدينة مركز جذب لسكان ظهيرها شبه الجاف ، فإليها يهاجر كل عام بضعة آلاف من الشبان ، تاركين حرفة الزراعة والرعى للشيوخ والنساء والأطفال .

ولقد اتجهت دول البترول الصحراوية فى الشرق الأوسط إلى الصناعة حديثا(٢٢) ، لأن صناعة البترول استخراجاً وتكريراً لا تتطلب عمالة كبيرة ، والنمو الصناعى سريع ، ولكنه منحصر فى صناعات الخدمات . فعدا تكرير البترول والصناعات البتروكيماوية ، نشأت معامل للأسمدة الكيماوية (آزوتية وأمونيا ويوريا) إلى جوار الصناعات الغذائية وطحن الغلال (٢٣) . لكن الأراضى الصحراوية العربية تحوى ثروة متنوعة من المعادن التى يمكن أن تقوم عليها صناعات مهمة دائمة ، كالحديد والمنجنيز والنحاس والرصاص والكبريت والفوسفات ، ومعظمها يتم تصديره الآن إلى الخارج ، مثل حديد موريتانيا والجزائر وفوسفات المغرب (٢٤) .

موارد المياه العذبة

إن جهود الكشف عن موارد باطنية للمياه العذبة فى الصحارى سيتواصل ، لكن نظرا لأن الكميات الكلية التى يحتويها جوف المناطق الجافة محدودة ، وترتبط كلية أو تكاد بفترات مطيرة ولت وانتهت ، فإن الكشف عن موارد جديدة سيكون محدودا ، وتبعا لذلك فإن قيمته الاقتصادية لن تكون كبيرة . أضف إلى ذلك مواقع الموارد المائية المكتشفة فى بقاع صحراوية نائية ، تجعل عملية استغلالها المكلفة لصالح مجموعات مبعثرة من البدو غير اقتصادية . وقد تمت تجربة استغلالها محليا على نطاق واسع بمشروع زراعى إنتاجى كبير بمنخفض واحات الكفرة بليبيا ، فلم يكتب للتجربة النجاح حسبما أسلفنا . فاتخذت تجربة استغلال المياه الجوفية مسارا آخر ، شجعت اليه حاجة مدن الساحل الملحة إلى المياه العذبة ، بعدما تضخمت عمرانيا بالهجرة إليها من الصحراء ، فالمياه تنقل الآن من الجنوب الليبى عبر أنابيب يبلغ طولها ١٠٠٠ كم ، وسعتها أربعة أمتار ، إلى الساحل ، حيث يتم تخزينها فى خزان مكشوف عند بلدة اجدابيا على خليج سرت ، على نحو ما ذكرنا فى بحث سابق [٢٥] . وهناك تتعرض للتبخر الشديد وللنمو النباتى ، ولأنواع من مستعمرات الحشرات الضارة ، والطفيليات ، وذلك هو مشروع النهر العظيم .

إن إعذاب مياه البحر سيظل يواجه مشكلة الحاجة إلى مصادر طاقة رخيصة، إضافة إلى التلف السريع الذى يصيب معدات معامل الإعذاب ، التى يلزم تبديلها وإحلالها بالجديد كل خمسة عشر عاما مرة . ولعل تكلفة إعذاب مياه البحر المرتفعة كانت من بين أسباب تنفيذ مشروع النهر العظيم فى ليبيا الذى أشرنا إليه سلفا ، رغم أنها دولة بترولية . واستخدام الطاقة الشمسية حتى الآن ، رغم انقضاء أكثرمن أربعة عقود من الزمن منذ بداية استخدامها ، قد يفيد فى مجرد توفيرمياه الشرب لمراكز عمران صغيرة منعزلة ، وثرية أيضاً كى تتحمل نفقاتها المرتفعة [٢٦] .

إن تكلفة إعذاب المياه عن طريق الطاقة الحرارية بالبترول ، أو بالطاقة الشمسية بوضعها الحالى ، جد مكلف ، وليس هناك ما يبرر استخدام هذه

الوسائل إلا للضرورة ، مثل تموين مركز حضرى بالمياه العذبة حينما يعز وجودها. وغنى عن البيان أن ارتفاع التكلفة بهذه الوسائل لا يلائم بأى حال مشاريع زراعة، إلا فى نطاق محدود ، كأن تستخدم فى إرواء المتنزهات التى تتخلل المدن ، أو لسقاية بعض بقاع مزروعة بالخضر التى يتم تسويقها فى حلة عمرانية غنية . وحيثما توفرت الطاقة تستخدم المياه الجوفية المرتفعة الملوحة بعد خلطها بالمياه التى جرى إعذابها فى إرواء المزارع ، كما يحدث فى مزارع الكويت ، ومزارع منطقة الإحساء بشرقى المملكة السعودية ، وهى عملية مكلفة أيضاً لا تستمر إلا بدوام الدعم من البترول وعائداته .

وقد أمكن إحراز تقدم فى مجال مقاومة الملوحة ، وذلك عن طريق تطوير مقاومة مختلف المحاصيل من جهة أخرى . وبإنشاء شبكات للصرف حتى لا تتراكم الأملاح فى التربة من جهة أخرى ففى حالة ارتفاع الملوحة بالمياه يلزم الصرف الجيد . وحينئذ يمكن لمختلف المحاصيل ومنها الأشجار المثمرة أن تنمو نموا جيدا .

إن زيادة الموارد المائية الجوفية فى الأراضى الجافة ، أمر ممكن ، عن طريق تكثيف عمليات البحث والتنقيب ، لكن الزيادة ستكون محدودة ومتواضعة ، ورغم ذلك فإنه بالإمكان اللجوء إلى أساليب متنوعة لمواجهة المشكلة من ذلك ما يلى -

- زيادة كميات الناتج من المياه من مصادرها الحالية . كأن تتقدم وسائل الحفر، للوصول إلى أعماق بعيدة . دون أن تنهار الآبار

ب ـ الكشف عن موارد جديدة للمياه ، وتحسين كفاءة استخدامها .

جـ ـ إتباع أساليب متنوعة لتقليل الفاقد من المياه بتأثير التبخر ، وبالإسراف فى استخدامها ، ذلك بالوسائل الآتية :ـ

١ ـ إضافة رواسب طينية دقيقة لمكونات التربة ، وذلك للإقلال من مساميتها .

٢ ـ استنباط أصناف جديدة من مختلف المحاصيل تتميز بقلة النتح ، ورش غشاء رقيق من المواد الكيميائية التى تعمل على إغلاق المسام فى فروع أوراق الشجر.

٣ ـ تبطين قنوات الرى (الترع) ، وإزالة النباتات المائية مثل ورد النيل ، التى تضيع بسببها كميات ضخمة من مياه الرى خصوصا حيثما اشتدت كثافة الترع والمصارف ، كما فى أودية ودالات الأنهار العابرة للصحارى .

٤ ـ إتباع وسائل الرى الحديثة كالرى بالتنقيط والرى بالرش . والأولى هى الأكثر اقتصادا وتوفيرا للمياه ، وكذلك فإنها أكثر الوسائل تقليلا للتبخر ، أما الرى بالغمر ، وهو الشائع فى أودية الأنهار ، فيتسبب فى كثرة التبخر ويساعد على تمليح التربة ، كما ينبغى الإقلاع تماما عن الرى السيحى ، أو الرى بالراحة ، لأنه مضيعة للمياه ، كما يسبب تمليح التربة وإجدابها .

٥ ـ إمكانية تغطية أسطح الخزانات المائية المكشوفة بغشاء رقيق من مادة تحمى المياه من التبخر ، خصوصا تلك الخزانات الفسيحة مثل بحيرة ناصر أمام السد العالى . وتقوم اليابان الآن بتجارب لتغطية خزان المياه باجدابيا حيث مصب النهر العظيم بليبيا .

٦ ـ إجراء التجارب على معدلات استخدام المياه بالنسبة لمختلف المحاصيل . فقد أمكن الاقلال من معدلات المياه اللازمة لرى بعض المحاصيل بنسب تتراوح بين الخمس والخمسين فى مزارع التجارب بالجيزة ، دون أن تتأثر إنتاجية المحاصيل [٢٧] .

٧ ـ تعديل المركب المحصولى أو تغييره بالنسبة لبعض المحاصيل بما يتلاءم مع ظروف مستجدة ، مثل زيادة موارد المياه والحاجة إلى إنتاج محاصيل لتوفير المواد الخام اللازمة للصناعة مثل قصب السكر ، وللتصدير مثل الأرز ، وللذرة التى تغير موسمها فجادت وتضاعف إنتاجها ، وذلك كله بعد أن تم حجز المياه فى بحيرة ناصر [٢٨] .

٨ ـ إعادة استخدام مياه الصرف بعد خلطها بالمياه العذبة ، وقد نجحت هذه التجربة فى مصر .

٩ ـ خلط مياه النهر العذبة مع المياه الجوفية الأعلى ملوحة واستخدامها للرى ، كما يحدث فى أراضى نهايات الترع فى مصر منذ أواخر القرن التاسع عشر [٢٩] ، وحتى الآن .

١٠ ـ التركيز على الصناعات التى لا تتطلب استخدام مياه كثيرة ، ذلك أن الصناعة تنافس الزراعة فى هذا المضمار ، والصناعة منفذ مهم لإمكانية تواصل الحياة فى المناطق الجافة .

من هذا العرض يتضح بجلاء أن التفاؤل الشديد ، وكذلك التسرع سمتان لا مكان لهما فى ميدان العمل والنشاط الاقتصادى بالأراضى الجافة . المشكلة ، كما رأينا تتمثل فى المياه ، والخلل فى التوازن المائى الجوفى يعمها جميعاً ، كما أن الزيادة فى حصيلة المياه العذبة من الأنهار العابرة لها حدود نهائية ، ومن ثم لا بد من التأنى فى التخطيط لمشروعات المستقبل . إن استثمار الأموال فى أبحاث طويلة المدى مهم للغاية ، فلربما يكون لها عائد له قيمة عامة ، وحتى التوصل إلى اكتشاف مصادر طاقة رخيصة ، وهذا أمر ما يزال بعيد المنال ، لا مناص من اللجوء إلى **حلول موقوتة لها قيمتها وأهميتها تتمثل فى خطط تنمية متنوعة ، تعتمد على معطيات البيئة الجافة ، واضعين فى الحسبان إمكانياتها المستمرة المتواضعة ، حتى تكون عوائدها الاقتصادية مضمونة على المدى الطويل . كما وأن الاهتمام بعناصر المجتمع عن طريق التعليم الصحيح ، والإصلاح الاجتماعى ، والشعور بالواجب الذى هو النتيجة الطبيعية للحقوق** ، مما يؤدى إلى المشاركة الإيجابية فى الاستغلال الاقتصادى واستمراره فى الأراضى الجافة . وإذا صحت الحلول الموقوتة فى دول المناطق الجافة البترولية لتوفر رأس المال ، فإنها لن تصح فى دول أخرى ، كدول إقليم الساحل الفسيح فى أفريقيا (٣٠) ، فهى وأمثالها ستزداد فقرا وتخلفا ، لأنها لن تستطيع استيراد التكنولوجيا ، ولن تتمكن من تمويل خطط للتنمية .

المراجع التى ورد ذكرها فى البحث

١ ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٤) : المياه الحفرية والتنمية فى صحارى العالم العربى . وحدة البحث والترجمة ، جامعة الكويت ، رسائل جغرافية (١٦٧).

ـ حسن عطيوى وزملاؤه (١٩٨٦) : نوعية المياه ، وصفات التربة ، وعلاقتها بالرى والصرف فى منطقة الأحساء . الندوة السادسة للنواحى البيولوجية للملكة العربية السعودية ، الرياض .

ـ الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية ، الكويت (٣ ـ ٥ مارس ١٩٨١) ، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية ، جامعة الكويت .

مشرف التحرير : أ.د . محمد صفى الدين أبو العز . يتضمن المجلدان الثانى والثالث أبحاثاً قيمة عن مشكلات المياه الجوفية والتحلية .

٢ ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٣) : جغرافية البحار والمحيطات ، الطبعة الثامنة، منشأة المعرف ، الإسكندرية . الفصل الخامس ، ص ص ١٢٩ ـ ١٦٣ .

٣ ـ السيد خالد المطرى (١٩٨٧) : الجغرافيا الحيوية ، الطبعة الثانية ، مؤسسة علوم القرآن ، دار القبلة للثقافة الإسلامية ، جدة ـ ص ٣١٤ وما بعدها .

- Cohly, L.J. (1973) An Intrduction to Botany of the Arid Lands , London . PP.205-223.

- Polunin, N. (1970) Introduction to Plant geography. McGrow - Hill, New York. PP. 170 - 191 .

- Schmithhuessen , J . (1978) Allgemeine Vegetationsgeographie, Berlin .

ـ الجغرافيا النباتية العامة .

ـ جـودة حـسنين جـودة (١٩٩٦) : شبـه الجـزيرة العـربيـة ، دراسـة فى الجغرافيا الإقليمية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية الطبعة السابعة .

٤ ـ Schmithhuessen, J.(1978) op. cit. PP. 413-432

٥ ـ Ward, L.K. (1961) Underground water in Australia, Tait Publishing Company, Melbourne .

- Walls, D. (1981) Principle of biogeography, London , PP. 207 - 221 .

٦ ـ أحمد عبد الرحمن الشامخ (١٩٧٩) : توطين البدو فى المملكة العربية السعودية (الهجر) . وحدة البحث والترجمة ، جامعة الكويت ، الرسالة رقم (٣) .

٧ ـ جـودة حسنين جـودة (١٩٩٢) : العالم العربى ـ دراسة فى الجـغـرافيـا الإقليمية ، الطبعة السادسة ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

ـ عبد المجيد رجب فودة (١٩٩٢) : الزراعة فى الأحساء ، عوامل قيامها ومشكلاتها ، دراسة جغرافية . البحوث الجغرافية ، كلية البنات ، جامعة عين شمس .

ـ محمود طه أبو العلا (١٩٧٥) : زراعة البترول كمصدر للغذاء فى دول الخليج العربى ، من محاضرات الموسم الثقافى للجمعية الجغرافية الكويتية ، ١٩٧٤ ـ ١٩٧٥ .

ـ جـودة حسنين جـودة (١٩٩٤) : مـرجع سبق ذكـره . انظر قـائمـة المراجع فى نهايته .

٨ ـ - Attkinson, K. (1975) The soils of Kufra Osis, Libya. Journ. Fac. of Atrs . Beghazi .

- Attkison, K. & Others (1976) Kufra: A changing Sharan community. Journ, Fac. of Arts. Benghazi .

- Joffe, E.G.H. (1985) Agriculture development in the Middle East. John Willey and sons , New York .

- Hume, W.F. , & Hugges, E. (1921) The soils and water supply of the Maryut district , Cairo .

- Hussain, Z. (1982) Problems of irrigated agriculture in Al-Hassa, Soudi Arabia . Agriculture Water Management , Vol. 5 , PP. 359 - 374.

- Kubiena, W.L. (1959) Uber die Barunlehmrlikete des Atakar (Hoggar - Gabirge, Zentral Sahara) Erdkunde IX .

عن اللوم البنى القديم (تربة حفرية) فى منطقة أتاكار ، فيما جاور مرتفعات الحجار بوسط الصحراء الكبرى الأفريقية .

ـ عبد المنعم بلبع (١٩٨٣) : التربة والإنسان فى الأقطار العربية الإسكندرية .

٩ ـ أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا (١٩٨٩) : موسوعة الصحراء الغربية، القاهرة . تقع الموسوعة فى أربعة أجزاء ، وتضم أبحاثا عديدة فى مختلف التخصصات العلمية . وفيها دراسات عن إمكانيات التوسع الزراعى فى الواحات ، وفى شرقى العوينات ، وعن التربة ، والمياه الجوفية ...)

ـ وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى (١٩٧٧) : سياسة التوسع الأفقى واستصلاح ٢,٨ مليون فدان . القاهرة .

١٠ ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٦) : الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع ، والعصر المطير فى الصحارى الإسلامية . الفصل الحادى عشر . دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية .

١١ ـ جمال حمدان (١٩٨٠ ـ ١٩٨٦) : شخصية مصر ، دراسة فى عبقرية المكان ، أربعة أجزاء . فى الجزء الثالث دراسات مستفيضة عن التوسع الزراعى الأفقى وعلاقته بالمياه .

ـ وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى (١٩٧٢ ـ ١٩٨٦) : مجموعة من المقالات والأبحاث الخاصة بالتوسع الزراعى وهيدرولوجية نهر النيل ،كتبها عدد من بحاث الوزارة ، منهم عبد السلام هاشم ، وحمد فتح الله ، ويحيى سرى ، ومحمد عبد الهادى راضى .

١٢ ـ مجدى عبد الحميد السوسى (١٩٨٥) : الرى ومشكلات الزراعة فى دلتا النيل . دراسة جغرافية . رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية البنات ، جامعة عين شمس .

١٣ ـ نصر السيد نصر (١٩٨٨) : جغرافية مصر الزراعية . مكتبة سعد رأفت ، جامعة عين شمس ـ القاهرة . صفحات ٥٣٩ ـ ٥٧٣ .

ـ محمد أبو العلا محمد (١٩٨٤) مقومات وضوابط التنمية الزراعية فى مصر ، القاهرة مركز بحوث الشرق الأوسط ، جامعة عين شمس (١٦) .

ـ يحيى سرى (١٩٧٩) : الرى والصرف فى مصر بين الماضى والحاضر، وزارة الرى واستصلاح الأراضى . القاهرة .

١٤ ـ - Willcocks, W. & Craig, J (1913) Egyptian. 3rd Ed, London. PP. 530 - 534 .

١٥ ـ جمال حمدان (١٩٨٠ ـ ١٩٨٦) : مرجع سبق ذكره ، الجزء الثالث (مناقشات موسعة) .

١٦ ـ نصر السيد نصر (١٩٨٨) مرجع سبق ذكره ، صفحات ٥٣٦ ـ ٥٣٧.

١٧ ـ مهدى الصحاف (١٩٧٦) : الموارد المائية فى العراق ، بغداد .

ـ جواد مهدى صاح (١٩٨١) : الموارد المائية ومستقبلها فى الجمهورية العراقية . مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية ، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية . المجلد الأول . صفحات ٥٣ ـ ٧٣ .

ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٦) مرجع سبق ذكره ، صفحات ٥٣٥ ـ ٥٤١ .

١٨ ـ أحمد نجم الدين (١٩٨٨) : جغرافية سكان العراق . بغداد .

ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٦) : مرجع سبق ذكره . صفحات ٥٤٢ وما بعدها .

ـ خطاب صكار العانى (١٩٧٦) : جغرافية العراق الزراعية . بغداد .

ـ خطاب صكار العانى (١٩٧٩) : جغرافية العراق . بغداد .

١٩ ـ عبد الرازق محمد البطيحى (١٩٨٢) : دراسة فى العراق الزراعى . بغداد.

٢٠ ـ محمد عبد المجيد عامر (١٩٧٧) : الثروة المعدنيـة فى أقطار الوطن العربى ـ دراسة فى الجغرافيا الاقتصادية . رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ـ كلية الآداب جامعة الإسكندرية (المؤلف شارك فى الإشراف مع أ.د محمد فاتح عقيل) .

ـ محمد عبد المجيد عامر (١٩٨٢) : الصناعات البتروكيماوية فى العالم العربى . وحدة البحث والترجمة ، جامعة الكويت ، الرسائل الجغرافية ، رقم (٤٠) .

ـ فاروق شاكر السيد (١٩٨٦) جغرافية الصناعة للمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية . رسالة دكتوراه غير مشورة (بإشراف المؤلف) قسم الجغرافيا كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .

ـ جودة حسنين جودة ، وعلى أحمد هارون (١٩٩٣) : جغرافية الدول الإسلامية ، طبعة ثانية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية .

٢١ ـ Bosech, H. (1985) Zentral- America Heute. Bern .

أمريكا الوسطى فى الوقت الحاضر .

البيئات الأمريكية. (1987) Die Amerikanische Landschaften. Bern .

٢٢ ـ فؤاد محمد الصقار (١٩٨٨) : الصناعات الكويتية ، دراسة جغرافية تحليلية . وحدة البحث والترجمة ، جامعة الكويت ، الرسائل الجغرافية رسالة رقم (١٠٩) .

ـ محمد عبد المجيد عامر (١٩٧٧) : مرجع سبق ذكره (بالرسالة دراسات مفصلة عن مختلف المعادن) .

ـ محمد عبد المجيد عامر (١٩٨٢) : مرجع سبق ذكره . رسالة رقم (٤٠) .

ـ فاروق شاكر السيد (١٩٨٦) : مرجع سبق ذكره .

ـ فاروق شاكر السيد (١٩٩٤) : مساهمة رأس المال غير السعودى فى قطاع الصناعة فى المملكة العربية السعودية . حتى نهاية عام ١٩٩٢ . (مخطوطة بحث معد للنشر ، إهداء لى من صاحب البحث) .

٢٣ ـ محمد المهدوى (١٩٧٥) : الصناعة فى ليبيا . ضمن أبحاث المؤتمر الجغرافى الأول « جغرافية ليبيا » جامعة بنغازى (قار يونس حاليا) فيما بين ١٥ ـ ٢٥ مارس عام ١٩٧٥ .

ـ محمد أزهر السماك (١٩٨١) : توطن صناعة الأسمدة الكيماوية فى الوطن العربى ومستقبلها . وحدة البحث والترجمة ، جامعة الكويت ، الرسائل الجغرافية ، رسالة رقم (٣٤) .

٢٤ ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٦) : مرجع سبق ذكره (الجزء الاقتصادى الخاص بكل دولة) .

ـ محمد عبد المجيد عامر (١٩٧٧) : مرجع سبق ذكره . (بالرسالة دراسات مفصلة عن كل معدن على حدة) .

٢٥ ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٤) مرجع سبق ذكره .

٢٦ ـ سعود عياش (١٩٨٢) استخدام الطاقة الشمسية للموارد المائية فى الكويت ، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية ، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية . المجلد الرابع . صفحات ١٣٩ ـ ١٦١ .

- Darwish, M.A. & Others (1982) The water problem and desalination with special emphasis on Soudi Arabia . Jour. of the Gulf and Arab. Pen. Studies, Kuwait Univ. First Simp . on the Future ... Vol . III. PP. 26 - 43 .

٢٧ ـ نصر السيد نصر (١٩٨٨) : مرجع سبق ذكره .

٢٨ ـ وزارة الزراعةواستصلاح الأراضى (١٩٧٧) : مرجع سبق ذكره .

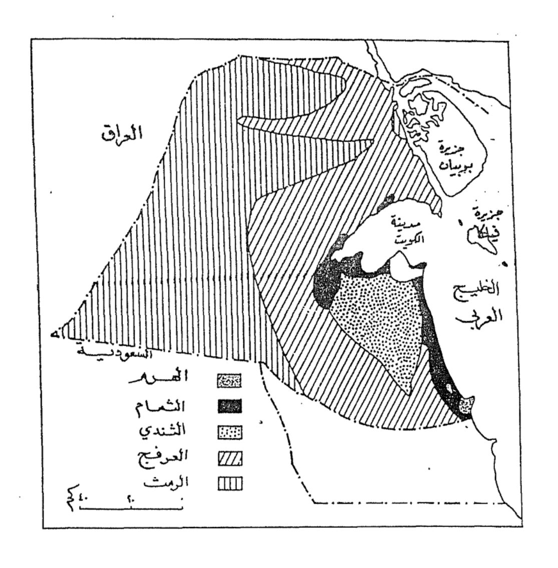
٢٩ ـ Willcocks, W & Craig, J., (1913) op. cit . P. 539 .

٣٠ ـ Annaheim, H. (1984) Die Afrkanische Landschaften . Bern. Schweiz .

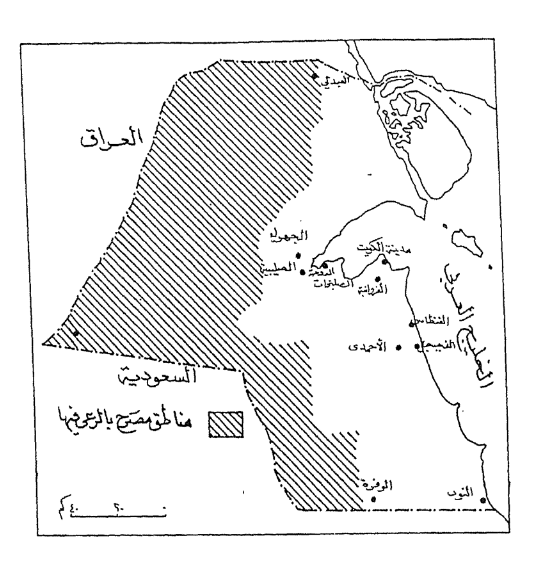
البيئات الأفريقية

- De Blij, H.J. (1975) Geography of Sub-Saharan Africa. Chicago.

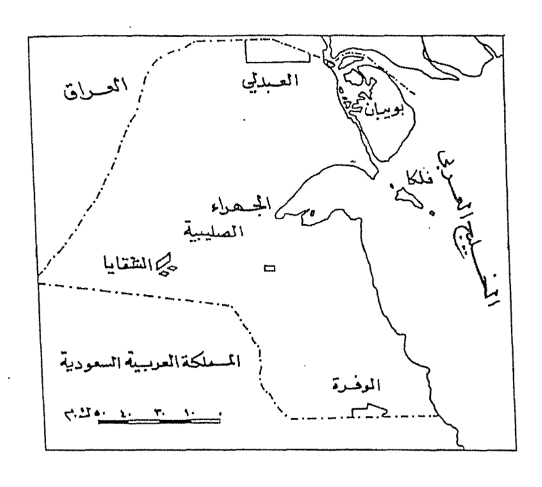
ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٧) جغرافية أفريقيا الإقليمية . الطبعة السابعة ، منشأة المعارف ، الإسكندرية .



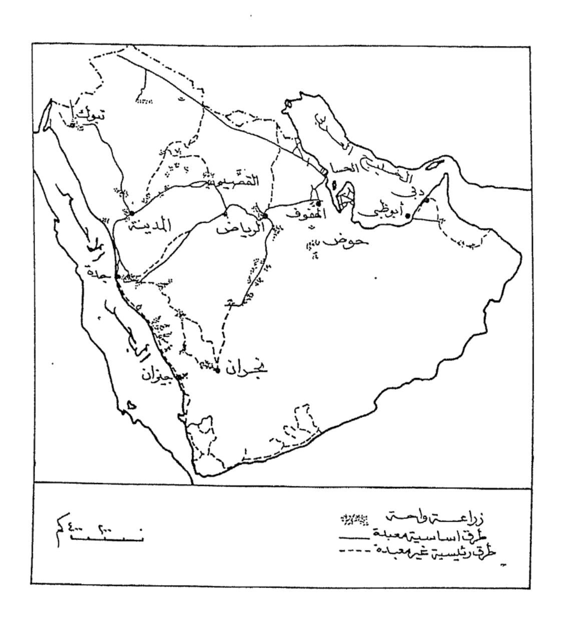
شكل (١) الغطاء النباتى فى دولة الكويت .



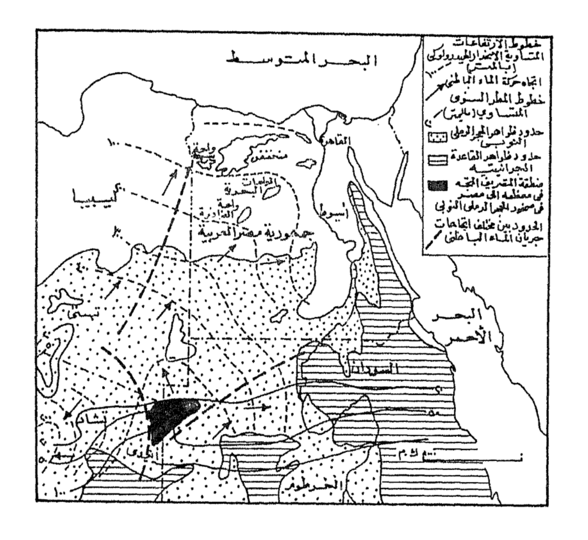
شكل (٢) المناطق المصرح بالرعى فيها بالكويت .



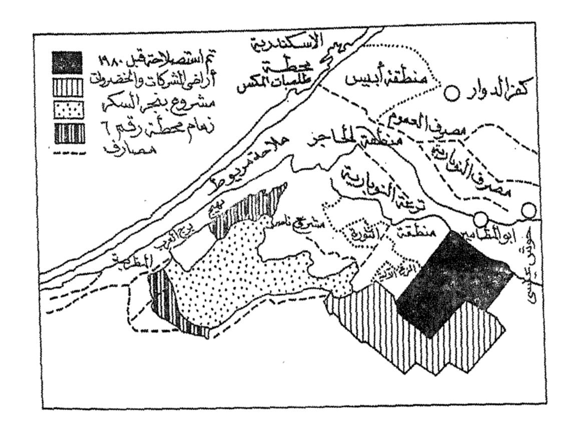
شكل (٣) خريطة الأراضى المزروعة فى الكويت .



شكل (٤) زراعة الواحة وشبكة الطرق فى شبه الجزيرة العربية .



شكل (٥) توجد فى مصر خطط لاستغلال المياه الجوفية لمشروع الوادى الجديد فى غرب النيل والمياه هنا مشتقة جزئياً من المناطق المرتفعة التى تسقط عليها الأمطار فى تشاد .



شكل (٦) مناطق التوسع الزراعى فى غرب الدلتا .

البحر المتوسط

دمياط

ترعة السلام

مصرف السرو

البحر الصغير

المنصورية

الإسماعيلية

المرحلة الثانية

المرحلة الاولى

شكل (٧) مشروع ترعة السلام .

البحث الخامس عشر

نهــر النيــل
جغرافيا وهيدرولوجيا

نهر النيل
جغرافيا وهيدرولوجيا [1]

مقدمة :

منذ فجر التاريخ البشرى وأذهان المفكرين فى شغل شاغل بأمور نهر النيل وأحوال جريانه ومائيته ، ذلك لأن النهر يتميز على غيره من الأنهار ، وينفرد بخصائص غاية فى الأهمية . فهو النهر الوحيد ، من منظور جغرافى ، الذى تمكن من أن ينقل باستمرار قسما من مياه النطاق الإستوائى ، عبر صحارى حارة جافة قاحلة ، إلى البحر المتوسط ، مسافة تبلغ زهاء ٦٨٢٥ كيلو متراً . وهو يتميز على أنهار الدنيا بنظام جريان محسوب ، مما جعل توقع أحواله ميسّرا ، ومهّد السبيل لساكنى واديه الأدنى ، ومكنهم من أن ينشئوا أقدم وأرقى حضارة عرفها التاريخ البشرى ، تلك الحضارة التى نمت وازدهرت وأثرت فى كل الحضارات الأخرى ، وفى التاريخ البشرى جميعه . ولهذا فإننا لا نعجب حينما نعلم أن ما كتب عن النيل من كتب وأبحاث ، وبمختلف اللغات ، لا يكاد يحصى عداً ، وهو بالتأكيد يزيد على العشرين ألفا ، من بينها موسوعات فى عديد المجلدات .

وفى هذه المحاضرة نُقسّم الموضوع إلى عدد من المباحث ، نتناول كلا منها فى خطوط عريضة ، وبالقدر الذى يهمّ السادة الحضور الأفاضل .

والمباحث ثلاثة هى :

الأول : عن نشأة النهر وتطوره .

الثانى : عن الأحوال المائية للنهر .

الثالث : عن مشروعات الرى واستخدامات مياه النيل حاليا ومستقبلا .

نشأة النيل وتطوره

تدل خصائص النيل فى جهات مختلفة أنه ليس بالنهر الذى يُمكن أن تُطبق عليه القوانين العامة التى تخضع لها الأنهار ، كما وأن هنالك بعض أدلة تشير إلى أن النيل لم تكن أحواله جميعا فى كل مرحلة من مراحل تطوره هى

---

(١) محاضرة ألقاها المؤلف فى بداية الموسم الثقافى لجامعة الإسكندرية عام ١٩٩٦ ـ ١٩٩٧ .

بعينها التى نشاهدها اليوم ، أضف إلى ذلك أن النهر يُخالف أكثر أنهار أفريقيا الكبرى بأنه يجرى من الجنوب إلى الشمال ، بينما الأخرى اتجاهها فى الغالب من الشرق إلى الغرب .

لقد تعودنا أن نقسم كل نهر إلى ثلاثة أقسام ، كل قسم يتصل بالتدريج بالقسم الذى يليه : فالقسم الأعلى ، ويسمى السّيل أحيانا ، يكون كثير الخوانق والجنادل والشلالات ، والنهر فيه عظيم السرعة كثير النحت والحفر الرأسى ، وتلك مرحلة شبابه . والقسم الأوسط من النهر الذى يعرف بالوادى يُمثّل مرحلة النضج ، وفيه يكون النهر أكثر اتساعا ، وأقلّ انحدارا وسرعة ، وتظهر المنعطفات فى مجراه ويزداد وضوحها ، وتزداد قدرة النحت الجانبى وتوسيع الوادى . وتتمثّل فى القسم الأدنى من النهر كل ظواهر الشيخوخة ، فيقل الانحدار ، وتتناقص السرعة ، ويضمحلّ النحت ، ويعظم الإرساب فوق أرض الوادى فينشأ السهل الفيضى ، كما تتكوّن الدلتا فى منطقة المصب .

وإذا استثنينا الجزء فيما بين أسوان والقاهرة ، نجد النيل خارجا تماما على هذا النظام ، فالنهر من منابعه الإستوائية حتى أسوان ، متقلب الظواهر ، ولاتوجد فى غالب الأحيان حيث يُتوقّع وجودها ، فالمجرى الناضج يتلو الخانق الشاب ، ويعقب هذا وذاك واد فى حالة شيخوخة ، ويتلوه سيل شاب جارف .

وأسباب هذا الشذذ ترتبط بنشأة النهر وماضيه وتطوره . فالنيل لم ينشأ ويتطور كنهر واحد من منابعه إلى مصبه ، فتكون أقسامه مطابقةً للمألوف ، وإنما قد نشأ من اتصال عدد من الأحواض المستقلة عن بعضها ، فى الغالب نتيجة لأحداث تكتونية ، ساعدتها تقلبات مناخية تمثلت فى غزارة الأمطار ، وشدّت من أزرها عمليات نحت وحفر مائى .

وكان أكثر هذه الأحواض المستقلة المغلقة يتكون من بحيرة ذات تصريف مركزى ، تنصبُّ فيها مياه نهيرات أو روافد ، وتتمثل الآن على القطاع الطولى للنيل فى منابعه الإستوائية فى بحيرات : فيكتوريا ، كيوجا ، ألبيرت ، إدوارد ،

إضافة إلى البحيرة الكبرى التى كانت تحتلُّ حوض بحر الغزال . والإنحدار هيّن للغاية فى كل أراضى تلك الأحواض (متر واحد لكل ٢٠ ـ ٥٠ كيلو مترا) ، وهى أحواض ناضجة تخلو من الخوانق والجنادل والشلالات . وقد ظلت مستقلة مغلقة إلى أن وصلت بينها الحركات التكتونية من جهة ، والتعرية المائية النيلية من جهة أخرى . وتتمثل فى تلك الوصلات الحديثة التكوين ظواهر الشباب المتمثلة فى الجنادل والخوانق والشلالات (خانق سمليكى ، شلالات ريبون ، شلالات كاباريجا ، شلالات نيمولى) .

ومن بعد الأحواض الإستوائية شمالا يمتد إقليم السّد العظيم الإتساع ، من جوبا إلى الخرطوم مسافة تناهز ١٨٠٠ كيلو مترا فوق أراض انحدارها هيّن للغاية (متر واحد لكل ١٥ ـ ١٠٠ كيلو متر بالاتجاه شمالا) . وقد تم تقدير طول البحيرة بنحو ١٠٥٠ كيلو متراً ، وأكبر اتساع لها ٥٣٠ كيلو متراً ، ومساحتها المحاطة بخط ارتفاع ٤٠٠ متر ، ٢٣٠ ألف كيلو مترا مربعاً .

وكانت مياه النيل كلها محتبسة جنوبى خانق سبلوكه (شمال الخرطوم ـ بداية النيل النوبى) فى تلك البحيرة الفسيحة ، التى كانت تصبُّ فيها أنهار الحبشة ، باستثناء العطبرة ، الذى كانت مياهه محتبسة أيضا فى إقليم النوبة بواسطة هضبة النوبة . وعن طريق التفجير التكتونى للصخور التى تحيط بسبلوكه ، ثم الإنشقاق التكتونى لهضبة النوبة ، تدفقت المياه هادرة إلى النيل الأعظم ـ نيل مصر .

وخلاصة القول فيما يتعلق بتطور النيل :

- إن النيل الشمالى نهر قديم ، جرى فى أرض مصر قبل اتصاله بمنابعه الإستوائية والحبشية منذ أواسط عصر البلايوسين ، أى منذ حوالى ٦ ـ ٧ ملايين سنة . وكان نهراً غزير المياه ، وتغذيه السيول النابعة فى جبال البحر الأحمر ، ويصب فى خليج بحرى طويل قمعىّ الشكل ، يمتد من هضبة النوبة إلى البحر المتوسط القديم ، أخذ يردمه برواسبه . وقد حفرت آبار كثيرة فى الوادى والدلتا إلى أعماق كبيرة وصلت إلى أقدم رواسبه . وأمكنت دراستها وتحقيق سجل شبه كامل لتاريخه الطويل .

- نهر النيل الحالى نهر مُركَّب ، نشأ عن اتصال عدد من الأحواض النهرية المستقلة المغلقة ، وحدث هذا الاتصال على الأرجح فى بداية عصر البلايوستوسين، وهو عصر الجليد فى العروض العليا ، وعصر المطر فى العروض المدارية ، وذلك منذ نحو مليون سنة . وكان النيل حينئذ قوى البأس غزير المياه، موفور الحمولة التى أسهمت فى بناء دلتاه وسهله الفيضى فى مصر .
- خلال عصر البلايوستوسين كان نهر النيل مُتقلّباً فى تصرفه ، بسبب سيادة ظروف فترات المطر والجفاف التى تتابعت وتعددت خلال المليون سنة الأخيرة . ولا شك أن مناخ فترات المطر البلايوستوسينية بأمطارها الغزيرة كانت تعمُّ حوض النيل كله .
- مع بداية عصر الهولوسين ، أى منذ نحو ١٢ ألف سنة ، تراجع الجليد ، وامتنع المطر ، وحلّت ظروف الجفاف فى الصحراء الكبرى الأفريقية ، واستمر الجريان المائى فى النيل بنظامه الحالى ، حاملا معه زمن الفيضان ، رواسب الغرين الخصيبة التى تغطى الآن أراضى الوادى والدلتا بسمك يبلغ متوسطه فى الوادى ٨,٣ مترا ، وفى الدلتا ٩,٨ مترا . ورغم استمرار الجريان المائى ودوامه ، فإن تصرف النهر وإيراده السنوى يتفاوت من سنة لأخرى ، كما سيجرى إيضاحه فى المبحث الثانى .

المبحث الثانى
الأحوال المائية للنيل

تتجه العناية إلى دراسة نظام جريان الماء بالنيل لما له من ارتباط وثيق بالمشروعات الخاصة بالتحكم فى الفيضان وتوليد القوى الكهربائية . ونظام جريان الماء بالنيل نظام بسيط ، يتضمن فترتين : إحداهما للفيضان والثانية للتحاريق . ويوجد اليوم على نهر النيل من المنبع إلى المصب نحو ٩٠ مقياسا ، بعضها قديم العهد مثل مقياس الروضة ، الذى بدأ استخدامه منذ أكثر من ألف سنة . والغرض الرئيسى من هذه المقاييس ضبط قياس مستوى النهر لمعرفة مقدار ما يجرى به من

مياه ، وعن طريقها يمكن التعرف على حالة الفيضان لإتقاء أخطاره فى الحالتين: حينما يكون عاليا ، وحينما يكون منخفضا .

ويهمنا فى هذه المحاضرة أن نُلقى الضوء على مائية النيل من خلال البعد الزمنى، فنستى من السجلات ، عبر أعصر التاريخ المصرى الطويل ، ما يفيدنا فى التعرف على سلوك مائية النهر وأحوال فيضاناته السنوية . وسنرى ، بالأرقام ، أن تذبذب الفيضان هو السمة الغالبة ، قديما ووسيطا وحديثا ، ذلك لأن مصدر الفيضان يرتبط بالأمطار الموسمية الصيفية على هضبة الحبشة ، التى تتصف بالتذبذب ، كمثيلاتها على أقاليم أخرى ، فى طول موسم التساقط المطرى وفى كميته .

توضح السجلات التاريخية التباين فى حجم الإيراد المائى والفيضان من سنة لأخرى ، وفيما يلى ثبتٌ موجز بالأرقام التقريبية :

ـ الألف الثانية قبل الميلاد	تميزت أعوام قرونها بحدوث فيضانات عالية متتالية .
ـ الألف الأولى قبل الميلاد	كان متوسط الإيراد المائى السنوى للنيل أكثر من ١٠٠ مليار مترا مكعبا .
ـ الألف الأولى بعد الميلاد	تناقص مستوى الإيراد السنوى ، فبلغ معدله حوالى ٩٠ مليار مترا مكعبا .
ـ الألف الثانية بعد الميلاد	إتصفت بعض قرونها بفيضانات متخفضة ومنها القرن الحادى عشر على الخصوص . وتميزت بعض قرونها بفيضانات عالية متتالية خاصة منها القرنان الرابع عشر والخامس عشر .
	القرون : السادس عشر والسابع عشر ، والثامن عشر ، اتصفت جميعا بالتذبذب بين الزيادة والنقصان .

القرن العشرون هو أكثر القرون انخفاضا فى فيضاناته .

ولقد كان تسجيل الإيراد المائى السنوى على ذراع مقياس الروضة حتى عام ١٨٦٩ حين بدأ التسجيل بحجم الإيراد بالأمتار المكعبة . وتبين الأرقام أن إيراد مياه النيل منذ عام ١٨٧٠ وحتى عام ١٩٩٠ ، كما هو دائما ، يتفاوت تفاوتاً كبيراً من سنة لأخرى ، وأنه لا توجد سنتان متشابهتان فى الإيراد على الإطلاق ، وأن الاتجاه العام نحو النقصان .

وفيما يلى عرض وتحليل لمجمل الأرقام بمليارات الأمتار المكعبة خلال فترات زمنية معلومة :

المتوسط السنوى للإيراد فيما بين ١٨٧٠ ـ ١٩٩٠ (١٢٠ سنة) حوالى ٨٥,٨ مليار م٣ .

المتوسط السنوى للإيراد فيما بين ١٨٧٠ ـ ١٩٠٠ (٣٠ سنة) حوالى ١٠٧,٨ مليار م٣ .

أعلا إيراد فى الفترة السابقة ١٣٧ مليار م٣ وكان فى عام ١٨٧٩ .

المتوسط السنوى للإيراد فيما بين ١٩٠١ ـ ١٩٩٠ (القرن العشرون) حوالى ٧٨,٥ مليار م٣ .

المتوسط السنوى للإيراد فيما بين ١٩٠١ ـ ١٩٣٠ (٣٠ سنة) حوالى ٨٣,٣ مليار م٣ .

أعلا إيراد ١١٦ مليار م٣ فى عام ١٩١٦ ، وأدنى إيراد ٤٥,٥ مليار م٣ فى عام ١٩١٣ .

المتوسط السنوى للإيراد فيما بين ١٩٣١ ـ ١٩٦٠ (٣٠ سنة) حوالى ٨٤,٢ مليار م٣ .

أعلا إيراد ١٠٤ مليار م٣ فى عام ١٩٥٤ ، وأقل إيراد ٦٣,٤ مليار م٣ فى عام ١٩٤١ .

المتوسط السنوى للإيراد فيما بين ١٩٦١ ـ ١٩٩٠ (٣٠ سنة) حوالى ٦٦ مليار م٣ .

أعلا إيراد ١٠٨ مليار م٣ فى عام ١٩٦٤ ، وأدنى إيراد ٣٤ مليار فى عام ١٩٨٤ .

تلاه إيراد منخفض جدا فى عام ١٩٨٦ تدنّى إلى ٣٣ مليار م٣ .

ارتفع الإيراد السنوى نسبياً فى التسعينات ، وبلغ الذّروة فى عام ١٩٩٦ حين وصل منسوب المياه أمام السّد العالى ١٧٨ مترا ، وما زاد عن ذلك من ماء انصرف إلى مفيض توشكا ، خشية تأثير ضغط المياه أعلا هذا المنسوب على جسم السد العالى . أما فيضان هذا العام (١٩٩٧) فقد جاء متوسطا ، فلم يصل بالمنسوب إلى ١٧٨ مترا كالعام السابق .

المبحث الثالث

أراضى الإستصلاح للإستزراع بمياه النيل وبالمياه الجوفية

إذا ما ارتضينا القول بأن متوسط الايراد المائى السنوى لنهر النيل خلال هذا القرن العشرين يناهز ٨٠ مليار مترا مكعبا ، خاصة أن فيضان هذا العام (١٩٩٦) كان مرضيا ووافيا . ونأمل أن يظل كذلك مستقبلا ، إذا ما علمنا أن حصة مصر من الإيراد السنوى تبعا لاتفاقية سنة ١٩٥٥ هى ٥٥,٥ مليار متراً مكعباً ، فإننا يمكن أن نوزع هذه المياه على المساحة الزراعية الحالية ، ونرى إمكانية وجود فائض لاستزراع أراض جديدة ، إضافة إلى إقامة مشروعات جديدة ، تزيد من حصة مصر من مياه النيل .

والواقع أن هناك عددا من المشاريع ، من بينها استكمال حفر قناة « جونجلى » فيما بين « نيمولى » والنيل الأبيض شرقى بحيرة « نو » بجنوب السودان ، حيث يتوفر لمصر ٢ مليار م٣ ، تزداد فى المستقبل إلى ٤ مليار م٣ بعد استقطاب فاقد مياه « بحر الجبل » ، وهذه تكفى لرى أكثر من نصف مليون فدان ريًا مستديما .

وهناك مشاريع ستتم بمشيئة الله ، فى المستقبل لاستقطاب كل المياه الضائعة بالتبخر فى مناطق السدود النباتية والمستنقعات ، وتشتمل أيضا على التخزين فى بحيرة « ألبرت » ، وفواقد المياه فى مستنقعات حوض « بحر الغزال » وبحر الزراف و « نهر السوبات » ، وجملتها ٣٦ مليار م٣ ، تنال مصر منها حصة مقدارها ٧ مليارات م٣ ، تكفى لرى ٠,٩ مليون فدان رياً مستديما ، فيصير مجموع مساحة الأراضى الجديدة الممكن زراعتها على مياه هذه الحصة ، بالإضافة إلى حصة مياه جونجلى ١,٤ مليون فدان ، حينما تروى بالأساليب التقليدية ، تتضاعف إلى ٢,٨ مليون فدان باستخدام الأساليب المتطورة .

وتبلغ مياه الصرف التى تأخذ طريقها إلى البحر كل عام ١٦ مليار م٣ وهى كمية تساوى حوالى ٣٠ ٪ من حصة مصر السنوية الحالية فى مياه النيل ، ومقدارها ، كما ذكرنا ، ٥٥,٥ مليار م٣ . وتتراوح نسب ملوحته ٥٠٠ جزء فى المليون ، بينما لا تزيد ملوحة مياه النيل عن ٢٠٠ جزء فى المليون .

ومن الممكن إعادة استخدام مياه الصرف للرى بعد خلطها بمياه النيل بنسبة ١ إلى ١ ، وتبلغ مياه الصرف فى دلتا النيل وحده ٧,٥ مليار م٣ ، يتم إعادة استخدام حوالى ٤ مليار م٣ منها للرى بعد خلطها بمياه النيل وتكفى هذه الكمية سقاية مليون فدان ، ويتبقى من مياه الصرف الضائعة نحو ١٢ مليار م٣ يمكن استخدامها للرى مستقبلا .

ويبلغ حجم خزان المياه الجوفية فى وادى النيل ودلتاه فى مصر نحو ٥ مليار م٣ ، فى الدلتا ٣٫٥ مليار م٣ ، وفى الوادى ١,٥ مليار م٣ ، ويكفى نصف هذا المقدار سقاية نحو نصف مليون فدان . ومن الممكن الجمع بين مياه الرى الجارية والمياه الجوفية فى نهايات الترع ، حيث تضعف الأولى وتغزر الثانية نسبيا .

وإذا ما قمنا بحصر الحجم الكلى لموارد مصر المائية فى المستقبل والذى يتضمن المياه من النيل ومن مياه الصرف ومن المياه الجوفية ، سنجده حوالى ٨٠ مليار م٣ فى السنة ، وهو حجم يوازى حجم متوسط مائية النيل الطبيعية . وتكفى الزيادة فى الموارد المائية مستقبلا لإرواء نحو أربعة ملايين فدان . وهى مساحة

تتوزع على جانبى الدلتا ، وفى الصحراء الشرقية ، وشبه جزيرة سيناء ، وفى صحراء مصر الغربية ، وفى نطاق الساحل الشمالى ، وفيما يعرف بالوادى الجديد .

وهناك إمكانيات مؤكدة للتوسع الزراعى على مياه النيل فى شرقى الدلتا وشبه جزيرة سيناء ، وكذلك فى غرب الدلتا والساحل الشمالى غرب الإسكندرية. وتبقى مناقشة إمكانية توصيل مياه النيل إلى أراضى الوادى الجديد ، وهو المشروع الذى تعثّر بسبب عدم كفاية المياه الجوفية .

وفكرة « الوادى الجديد » (حاليا : دلتا جنوب الوادى !!!) تتمثل فى إطار يجمع منخفضات واحات صحراء مصر الغربية ، التى تتوزع فى صف طولى من الجنوب نحو الشمال فيما يشبه « الوادى » ، يناظر وادى النيل الأصلى ويوازيه ، وذلك بتوصيل مياه النيل إليه من بحيرة ناصر أو بحيرة السد العالى . ولعل نظرية « النيل القديم » Ur Nil للعالم الألمانى بلانكين هورن Blancken Horn كانت حافزاً لفكرة « الوادى الجديد » .

وفى ٢٦ يوليو سنة ١٩٥٩ ، أعلن الرئيس جمال عبد الناصر ، فى لقائه بجماهير الإسكندرية فى ميدان المنشية احتفالا بالذكرى السابعة لخروج الملك فاروق من مصر ، عن إنشاء « واد جديد » داخل الصحراء الغربية معتمداً على المياه الجوفية . وقد تبين أن المياه الجوفية لا تكفى طموحات استزراع مساحات كبيرة من أراضى الواحات الطميية الخصبة التربة ، وعدم جدوى الاعتماد عليها فى التعمير الحقيقى الدائم .

إن وجود بحيرة ناصر ، بحسبانها مخزنا مائيا ضخما ، وقربها من مسار مشروع « الوادى الجديد » (منظومة الواحات) كان دافعا وحافزا لتقيد فكرة توصيل مياه النيل إلى واحات مصر فى جنوب صحرائها الغربية (الواحات الخارجة ثم الداخلة ..) أو إلى ما يسمى خطأ ينبغى الإقلاع عنه « دلتا جنوب الوادى » ، وفى محاولاته الجادة الدأوبة لتحسين الأوضاع الاقتصادية لشعب مصر، تبنّى الرئيس محمد حسنى مبارك هذا المشروع العملاق ، وأعلن إشارة البدء فى حفر قناة الشيخ زايد (قناة توشكا) فى يناير ١٩٩٧ . وستأخذ الترعة مياهها من بحيرة السد العالى شمالى منخفض توشكا بنحو ١٠ كم ، وتسير غربا

لمسافة ١٠٠ كم ، وعلى طول ضفّتيها تتم زراعة نحو ١٥٠ ألف فدان ، حتى تصل إلى درب الأربعين القادم من السودان ، وتسير بمحاذاته شمالا مخترقة أراضى صالحة للزراعة حتى واحات « باريس » بالواحات الخارجة ، بإجمالى طول ٣٥٠ كم ، وزمام زراعى مساحته ٢٦٥ ألف فدان كمرحلة أولى ، تتلوها مراحل أخرى بمشيئة الله .

وإننا لنرجو أن تُكلَّل الجهود بالنجاح ، خاصة وأن نصيب المصرى من مساحة أرض مصر المزروعة تبلغ ٠,١ فدان ، ومن المساحة المحصولية ٠,٢ فدان . وكان نصيبه من الأرض المزروعة فى بداية هذا القرن ٠,٧ فدان . ولهذا فإن التوسع الزراعى الأفقى أمر ضرورى ، ولكن مداه محكوم بإمكانيات الموارد المائية التى لن تزيد عن تصرف النهر الطبيعى السنوى ، حينما يصير استغلالها على الوجه الأكمل فى نهاية المطاف . وإذا ما نجحت خطط التوسع الزراعى الأفقى ، وصاحبها تنظيم الأسرة ، فإن الوصول إلى مستوى نصيب المصرى من الأرض الزراعية والمساحة المحصولية فى أوائل هذا القرن العشرين ، رغم ضعفه ، يحسب إنجازاً عظيماً .

إمكانيات الإفادة من المياه الضائعة

من الممكن توفير ما بين ١٠ ـ ١٢ مليار م٣ / سنة ، تكفى زراعة ٢ مليون فدان عن طريق :

- تخزين المياه التى تنصرف إلى البحر وقت موسم السدة الشتوية ، ومقدارها يتراوح بين ٠و٢ ـ ٨ر٢ مليار م٣ / سنة فى منخفضات شمال الدلتا . (بحيرة إيسيل العذبة فى هولندا ، تستخدم فى إعذاب المياه التى تتسرب من قنال بحر الشمال) .

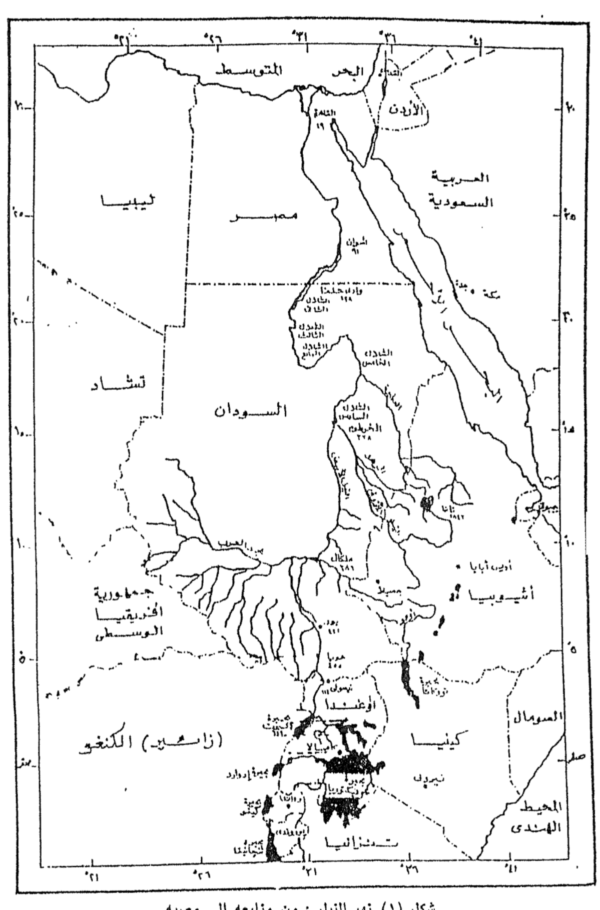
- إلى أن يتم إنشاء هذه الخزانات ، ينبغى النظر فى استخدام تلك المياه فى الزراعة ، التى ينبغى تطويرها بحيث يكون بدورتها محصول ثالث فيما بين منتصف سبتمبر إلى أول مارس من كل عام . وبالتالى رفع المساحة المحصولية إلى نحو ١٨ مليون فدان .

- التوسع فى استخدام مخزون المياه الجوفية ، الذى يستفاد منه حاليا فى حدود ٢,٥ مليار م٣ ، إذ يمكن زيادة المستخدم منها إلى ٧ مليار م٣ دونما خوف من غزو مياه البحر للدلتا تبعا لما أشارت به الأبحاث الحديثة . والمطلوب تنظيم حفر الابار لمنع التداخل بين دوائر التأثير فى الآبار المجاورة .

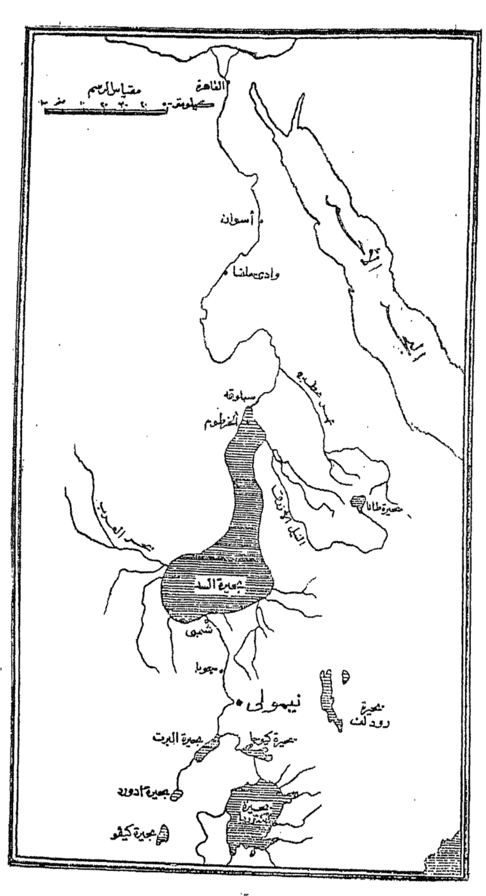
وباستخدام المياه الجوفية نُحقِّقُ هدفين : الرّى والصرف .

- التوسع فى استخدام مياه الصرف من ٣,٥ إلى ٦,٥ مليار م٣ ، شريطة المحافظة على مياه الصرف ، فلا تلقى بالمصارف مياه الصرف الصحى ، بل ينبغى تنقية مياه الصرف الصحى وإعادة استخدامها ، فهى تضيف إذا ما تمّت تنقيتها نحو مليار م٣ إلى الإيراد المائى السنوى .

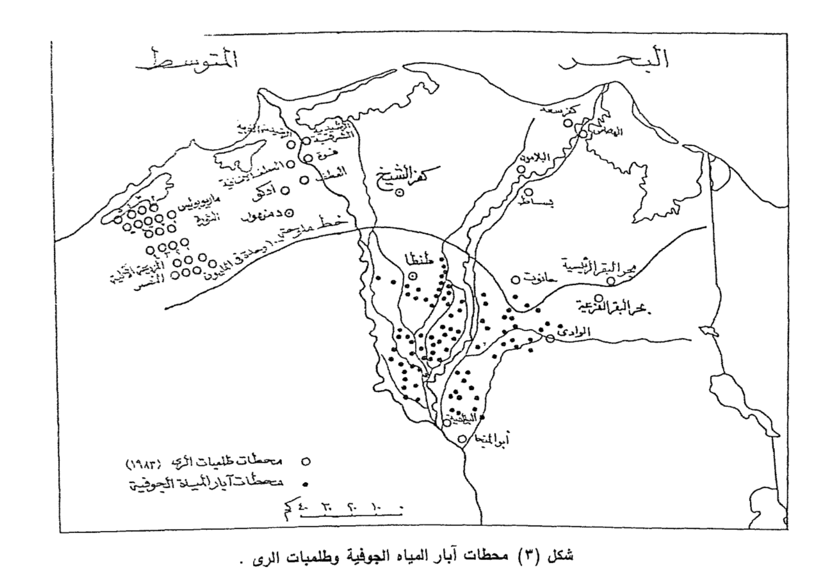
- إذا تمّ لمصر السيام بذلك ، فإنها ستوفر ما بين ١٠ ـ ١٢ مليار م٣ / سنة تكفى ، كما سبق أن قلنا ، لزراعة ٢ مليون فدان نحن فى أمَسّ الحاجة إليها .



شكل (١) نهر النيل : من منابعه إلى مصبه



شكل (٢) بحيرة السد كما صورها جون بول .

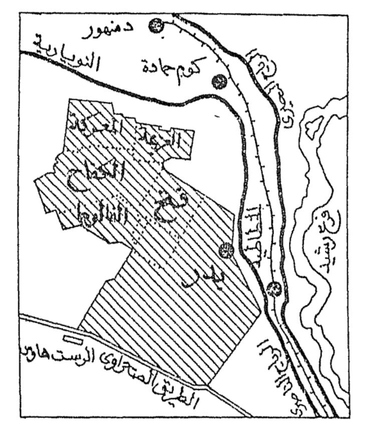


شكل (٣) محطات آبار المياه الجوفية وطلمبات الرى .

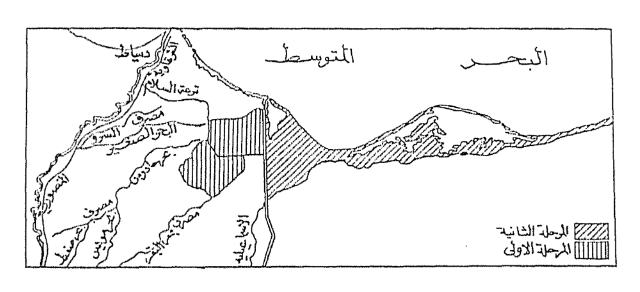
يحتوى الخزان الجوفى أسفل دلتا النيل على نحو خمسة مليارات مترا مكعبا من الماء العذب ، ومياهه متجددة بالتسرب المستمر ، ويستخدم فى الرى من مياهه نحو ٣٧٠ مليون م٣ فقط

شكل (٤) الرى والصرف فى مصر السفلى .

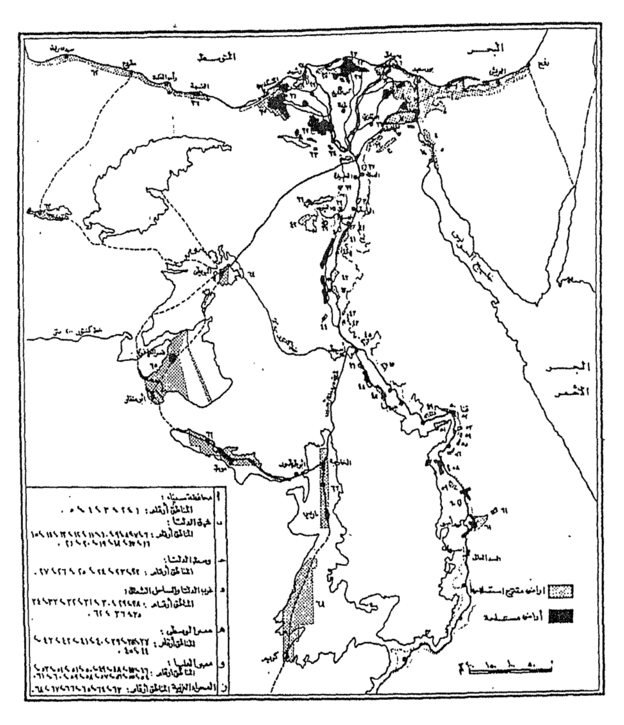
شبكة كثيفة من الترع توصل المياه بمقننات معلومة إلى الأراضى المزروعة فى مواسم الزراعة الثلاثة : الشتوى ، والصيفى ، والصيفى المتأخر (النيلى) كل عام . توازيها شبكة كثيفة أيضا من المصارف المغطاة والمكشوفة ، لتصريف المياه الزائدة عن حاجة النبات . قمة التحكم فى مياه النيل ، وقمة الدقة فى الإفادة بمياهه .



شكل (٥) مشروع مديرية التحرير .



شكل (٦) مشروع ترعة السلام .



شكل (٧) مناطق التوسع الزراعى الأفقى فى مصر .

رقم المنطقة	المنطقة	المساحة ألف فدان
	سيناء	
١	الساحلية بين سهل	
	الطينة والعريش	٢٦٥
٢	الساحلية بين	
	كنتور ٥ ، ٦	٢٥٠
٣	سهل الطينة	١٢٥
٤	البحيرات المرة	٣٠
٥	شرق قناة السويس	
	كنتور ٤٠	٥٥
	مجموع	٧٢٥
	شرق الدلتا	
٦	الشريط الساحلى	
	بورسعيد/دمياط	٤٧
٧	جنوب بورسعيد	٥٠
٨	شمال الحسينية	٦٥
٩	جنوب الحسينية	٧٠
١٠	شرق منطقة	
	بحر البقر	٣٢
١١	شمال الصالحية	٧
١٢	سهل جنوب	
	بورسعيد	٤٠
١٣	قارسكور	٥ر٥
١٤	غرب القناة حتى	
	كنتور ٢	٤
١٥	شرق الدلتا	
	الكركاكرلا	٥
١٦	شرق العادلية	
١٧	الملاك	
١٨	صحراء الصالحية	١٢
١٩	مديرية الشباب	٠
٢٠	العرق الصحى	
	شرق الدلتا	١٠٠
٢١	التوسع بالمطرية	٢٩
	مجموع	٨١٢ر٥
	وسط الدلتا	
٢٢	امتداد حفير	
	شهاب الدين	١٠
٢٣	البرلس	٨
٢٤	الخاشعة	٨ر٤
٢٥	تجفيف البرلس	١١ر٤
٢٦	الزاوية	٣
٢٧	الستانية وأم دلجل	٢٥
	مجموع	١٦٨ر٤

رقم المنطقة	المنطقة	المساحة ألف فدان
	غرب الدلتا	
٢٨	صحراء الهوسهلى	١٦
٢٩	برسيق	٢٠
٣٠	تجفيف مريوط	١٠
٣١	الحاجر	١٢
٣٢	الانطلاق	٧
٣٣	امتداد جنوب	
	وادى النطرون	٥
٣٤	العرق الصحى	
	مصر اسكندرية	
	الصحراوى	٢٠
	التوسع على ترعة	
٣٥	النصر	١٤٠
٣٦	الساحل الشمالى	
	الغربى وامتداد	
	ترعة النصر	١٠
	مجموع	٢٧٥
	مصر الوسطى	
٣٧	توسع الصف	١
٣٨	جنوب الصف	٤
٣٩	التوسع على بحر	
	الفرق ووهبى	٢٠
٤٠	أبو صير بنى سويف	٥
٤١	التصاريح النهلى	
	والخلرج بنى سويف	٩
٤٢	وادى الريان	٥
٤٣	التصاريح النهلى	
	والخلرج	
	المنيا	١٥ر٢
٤٤	الدبة السوداء	١ر٥
٤٥	شرق أسيوط	٥
	مجموع	١١٩ر٧
	مصر العليا	
٤٦	الغنايم	٢
٤٧	وادى الشيخ	١
٤٨	غرب طهطا	١٠
٤٩	القلاسى	٤
٥٠	المخادمة	٢
٥١	توسع قنا	٢٢ر٤
٥٢	الكتوز	٠ر٨
٥٣	قفط	٣
٥٤	حجازة	٣ر٥

رقم المنطقة	المنطقة	المساحة ألف فدان
٥٥	مكرم	٢
٥٦	الباضة	٢
٥٧	وادى نسيم	٢
٥٨	شرق اسنا	٠ر٨
٥٩	الصعايدة	١٥
٦٠	الكبهانية	١٠
٦١	كرم امبو (وادى	
	خريط)	٧٧
	مجموع	١٥٨ر٥
	الصحراء الغربية	
٦٢	الساحل الشمالى	
	الغربى	٥
٦٣	سيوة	٢٣
٦٤	البحرية	٤٥
٦٥	الفرافرة وأبو منقار	١٤٠
٦٦	الداخلة	
	وغرب الموهوب	٦٠
٦٧	الخارجة وباريس	٤
٦٨	جنوب الوادى	١٢٥
	مجموع	٤٤٨
	المجموع الكلى	**٢٨١٨**

البحث السادس عشر

الذبذبات الإيوستاتية الجليدية المائية
أثناء الزمن الرابع

الذبذبات الإيوستاتية الجليدية المائية
أثناء الزمن الرابع

مقدمة :

لقد تعرض مستوى مياه البحار والمحيطات أثناء الزمن الرابع لذبذبات أمكن رصدها فى كثير من سواحل بحار العالم ومحيطاته . وإنه ليس من الصعب ، بوجه عام ، أن نتعرّف على المستويات المرتفعة السابقة لمياه البحار والمحيطات ، ونحدّد معالمها بقدر كبير من الدّقة . فهنا يجد الباحث فى الحقل الكثير من مواد الدراسة الجيومورفولوجية والاستراتيجرافية ، من جروف وأرصفة نحاتية نشأت عن نحت واكتساح الأمواج ، ومن إرسابات ساحلية وكثبان رملية ساحلية قديمة ، كوّنتها الأمواج وفعل مياه البحر ، بمشاركة عوامل التعرية القارية .

وعلى العكس من ذلك ، نجد أنه من الصعب التعرف على خطوط المستويات المنخفضة لمياه البحار والمحيطات ، التى غمرتها وغطتها مياه البحار فى الوقت الحاضر ، وقياس المسافة بين كل خط منها وبين خط الساحل الحالى ، تلك المسافة التى تحدّد المسطح الذى ينبغى أن تتناوله الأبحاث الخاصة بالذبذبات الإيوستاتية Eustatic (المائية ـ الجليدية) لمستوى مياه البحار والمحيطات

وقد أمكن كشف النقاب عن هذه المستويات المنخفضة ، التى تُخْفِى معالمها الآن مياه البحار والمحيطات ، عن طريق دراسة الأشكال القارية الغارقة ، ودراسة سواحل الرِّياس Rias Shores أو سواحل القنوات والمجارى المائية الغارقة ، ودراسة الرواسب النهرية فوق الرفوف القارية والقيعان البحرية الضحلة ، ثم بواسطة دراسة الأنهار وأوديتها وأشكال الدلتاوات ، وأخيرا عن طريق النتائج التى يمكن الحصول عليها من دراسة قطاعات المجسّات فى المناطق من قيعان البحر التى تحف بالسواحل (ومنها رواسب الرفوف القارية) ، وعند مصبات الأنهار . فقد أمكن الحصول من دراسة قطاعات رواسب القاع البحرى والمحيطى على

معلومات قيمة عن نظام التتابع الاستراتيجرافى ، والتغير المناخى ، وما يتبعه من تغير فى مستوى مياه البحر العالمى .

ويهدف هذا المقال إلى إظهار وتشخيص الذبذبات التى حدثت فى منسوب البحار والمحيطات أثناء الزمن الرابع ، نتيجة لتراكم الجليد فوق اليابس، ثم انحساره عنه بالانصهار ، والعودة إلى الأحواض البحرية والمحيطية ، وهى الذبذبات التى سبق أن أطلق عليها الباحث تعبير « الذبذبات الجليدية المائية فى منسوب البحار » Glazial-eustatische Schwankungen [(١)] .

ويحسن بنا هنا أن نُفرِّق بين ثلاثة أمور :

الأول : يخص الحركات التكتونية Tectonic أو التوازنية "Isostasy", " Isostatic Balance" ، وهى تتمثّل فى الاضطرابات الأرضية وتحركات الكتل الصخرية إقليميا ، وعلى مستوى الكرة الأرضية أحيانا ، لاستعادة توازن القشرة الأرضية Isostatic Readjustment . والكرة الأرضية حية ونشطة ، وسطحها دائم التغير ، عن طريق الأحداث التكتونية المتواصلة ، والتى بلغت شأوها ، ووصلت إلى عنفوانها فى أعصر معلومة خلال التاريخ الجيولوجى للأرض . ولتلك الأحداث أهميتها فى رفع النطاقات الساحلية بطبيعة الحال ، ولكن بمعدلات متفاوتة .

الثانى : تذبذب منسوب البحار Eustasy ، أو تغيرات المنسوب البحرى العام Eustatic Movements . **وتنشأ هذه التغيرات فى الأغلب الأعم نتيجة للحركات التكتونية أو التوازنية ، تؤازرها الكميات من المياه التى تنبثق من جوف الأرض مع المواد المنصهرة النارية** ، سواء منها ما يتداخل خلال قشرة الأرض ، وما يطفح على سطحها فى هيئة براكين ، فهى تفرز من بخار الماء الذى يتكاثف الشيئ الكثير ، ويقدر ما يضاف إلى مياه البحار والمحيطات من هذه المياه الأصلية Juvenile Water عن طريق التداخل الصهيرى ، والطفح البركانى ، فى وقتنا الحالى ، (٠,١) كيلو مترا مكعبا فى السنة . ذلك أن النشاط البركانى العالمى ، وعمليات التداخل الصهيرى النارى تنتج مجتمعة ما يقدر بنحو (٢) كيلو متر مكعب من الصخور كل عام ، وتبلغ كمية المياه التى تفرزها هذه

الصخور حينما تبرد وتتصلب ، نحو (٥٪) من حجمها الكلى . وهذه النسبة توازى (٠,١) كيلو مترا مكعبا من المياه سنويا [٢] .

الثالث : الذبذبات الجليدية الإيوستاتية Glacio-eustatic ، وهى التى نشأت عن التغيرات المناخية التى حدثت خلال المليون سنة الأخيرة التى يضمها الزمن الرابع ، فقد توالت خلال الزمن الرابع فترات باردة جليدية ، وأخرى دافئة غير جليدية .

ففى أثناء الفترات الجليدية ، كانت تنتزع كميات هائلة من مياه البحار والمحيطات بالتبخر ، ثم تتكاثف لتتساقط فوق اليابس فى شكل ثلج ، يتراكم على اليابس ، مكونا لغطاءات جليدية وثلاجات ضخمة ، كانت تغطى المناطق القطبية وأراضى العروض المعتدلة الحالية ، **وبسبب احتباس هذه الكميات الهائلة من المياه فى هيئة جليد على اليابس ، كان ينخفض مستوى مياه البحار والمحيطات. وفى أثناء الفترات الدفيئة ، كانت تنصهر تلك الكميات الضخمة من الجليد ، وتتحول إلى مياه تتدفق وتنصرف إلى البحار والمحيطات ، فيرتفع تبعا لذلك مستوى المياه فيها .**

هذه الذبذبات الجليدية المائية الناتجة عن التغيرات المناخية المتتابعة بين البرودة والدفء ، التى أثرت فى تغير وتراوح منسوب البحار ، هى موضوع هذا المقال . فما يزال الخلط بينها وبين التغيرات الأيزوستاتية قائما فى الأبحاث والمقالات حديثة النشر ، وفى الرسائل العلمية لنيل درجتى الماجستير والدكتوراه فى جيومورفولوجية النطاقات الساحلية . ويرجع سبب هذا الخلط إلى عدم وضوح الرؤية وهشاشة الأساس المعرفى بالجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع من جهة ، واستخدام المراجع الانجليزية ، التى يعتمد عليها جمهرة البحاث العرب ، لمصطلحات وتعبيرات مضللة ، تشير إلى المناسيب العالية لمياه البحار ، وأخصّها الأرصفة البحرية وخطوط الشواطئ القديمة العالية ، وكأنها تدين بمواقعها العالية فوق منسوب البحر الحالى ، لعمليات رفع تكتونى خالصة .

وأكثر هذه التعبيرات شيوعا ما يلى : Raised Marine Terraces ، Raised Marine Platforms , Raised Beaches . وكان الرائد فى استخدامها

فى مصر عام ١٩٢٨ « هيوم » وزميله « ليتيل » فى بحثهما المقدم للمؤتمر الجغرافى الدولى الأول الذى انعقد بالقاهرة فى تلك السنة بإشراف الاتحاد الجغرافى الدولى [٣] .

Hume, W.F. & Little , O.H. (1928) Raised Beaches and Terraces of Egypt . Intern. Geogr. Congr. (IGU) Cairo .

وكمثال حديث نشير هنا إلى ما ذكرته « كاولين كينج » ، وهى المتخصصة المشهورة فى جيومورفولوجية السواحل ، فى كتابها المعروف [٤] :

- Oceanography for Geographers, London, 1966 .

فهى ترى ، فى تعليلها للأرصفة البحرية البلايوستوسينية العالية ، أن أجزاء من قيعان البحار والمحيطات كانت ما تزال تتعرض ، فى عصر البلايوستوسين ، للهبوط أو لحركات أرضية سالبة Negative Movements ، فى حين كانت أجزاء من اليابس تتعرض للرفع أو لحركات أرضية موجبة Positive Movements ، ونتج عن ذلك الانخفاض التدريجى المتتابع فى منسوب سطح البحر ، مخلفا ، مع كل فترة توقف طويلة ، رصيفا بحريا تحاتيا . وأشارت بعد ذلك إلى أهمية انصهار الجليد ، وتقدم البحر على حساب اليابس فى تكوين الأرصفة البحرية ، **لكنها لم تحاول لا هى ، ولا غيرها التمييز بين العاملين : الأيزوستاتى من جهة ، والجليدى المائى من جهة أخرى .**

ويبقى التساؤل :

ـ هل فى الإمكان التمييز بين الذبذبات الأيزوستاتية ، والأخرى الجليدية المائية فى منسوب البحر أثناء الزمن الرابع ؟

ـ وإذا كنا نستطيع التمييز والفصل بينهما ، فما هى الأدلة والشواهد لذلك ؟

سنحاول فى الصفحات التالية الإجابة على السؤالين ، مطوِّفين بسواحل العالم ، ومعتمدين على حصيلة علمية ضخمة متعددة المصادر ، وبمختلف اللغات .

التذبذب فى منسوب البحار
وعلاقته بالتغير المناخى فى الزمن الرابع
وشواهده الجيومورفولوجية

العصر الجليدى البلايستوسينى

يمثل العصر الجليدى أحدث مراحل تاريخ الأرض . وهو قد انفرد بطابع مناخى يميزه تمييزا واضحا عن لاحقه العصر الجيولوجى الحديث ، وعن سابقه عصر البلايوسين آخر عصور الزمن الثالث . وأهم ظاهرة طبيعية تميز العصر الجليدى هى : الغطاءات الجليدية (Inland Ice Sheets = Inlandeismassen) التى تراكم جليدها على الخصوص فوق أراضى نطاق العروض المعتدلة فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية ، والثلاجات الجبلية (Mountain Glaciers = Gebirgsgletscher) التى ـ بحسب معلوماتنا الحالية ـ قد امتدت واتسعت فوق كل الجبال الشامخة ، بعيدا عن مراكزها الحالية ، أو قد نشأت نشأة جديدة .

ففى كل فترات « الفيضان » الجليدى البلايوستوسينية ، التى بلغ عددها أربع فترات على الأقل تبعا للنظام البنكى Das Penckische System ، كان الجليد يزحف من أعالى الجبال إلى أسافلها ، وإلى ما يكتنفها من هضاب ، ومن العروض العليا إلى العروض الوسطى ، بل كان يغطى الجبال العالية فى النطاق المدارى ذاته .

ولم يكن عصر البلايوستوسين عصرا باردا « جليديا » فحسب ، بل أهم من ذلك أنه كان يتميز بتغيرات مناخية حادة قصيرة المدى ، إذا ما قورن بغيره من العصور الجيولوجية التى سبقته . فقد كانت تفصل بين الفترات الباردة أو الجليدية ، التى خلالها كانت تنشأ الغطاءات الجليدية والثلاجات حيثما توفرت الظروف المناسبة ، فترات دفيئة أو غير جليدية ، أثناءها كانت تسود أحوال مناخية تشبه مثيلاتها فى العصر الحالى ، بل أدفأ منها أحيانا .

وقد تمكن عدد من البحاث من تقدير مساحات الأراضى اليابسة التى كان يغطيها الجليد ، وسمكه فى كلٍّ من مناطق توزيعه ، وبالتالى تقدير حجمه . ورغم الاختلاف فى التقديرات القديمة [٥] ، والتقديرات الأحدث [٦] فإن تقديرات الحجم الكلى للجليد البلايوستوسينى تحوم حول ٦٢,٥ مليون كيلو مترا مكعبا، كانت تغطى مساحات من اليابس العالمى تقدر بنحو ٥٤,٨ مليون كيلو مترا مربعا ، وكان سمك الجليد فوقها يبلغ فى المتوسط ١,١ كيلو مترا .

وقد قام كثير من الباحثين بتقدير وحساب التباين فى مستوى مياه البحار والمحيطات أثناء الفترات الجليدية وغير الجليدية ، هذا التباين الذى عبّرنا عنه « بالذبذبات الجليدية المائية فى مستوى مياه البحار » . وأقرب تقديرات الفرق الرأسى فى مستوى مياه البحار إلى الصحّة ، هى : ٩٠ إلى ١٠٠ متر بين المستوى الحالى لمياه البحار ، ومستواها أثناء الفترة الجليدية الأخيرة (ڤورم Wuerm) . وحوالى ١١٥ إلى ١٢٠ مترا بين المنسوب الحالى لمياه البحار ، ومنسوبها أثناء الفترة الجليدية قبل الأخيرة (ريس Riss) .

هذا ومن الممكن أن يرتفع منسوب مياه البحار والمحيطات الحالى بمقدار يناهز ٨٩ مترا [٧] ، لو أن كل جليد الغطاءات الجليدية والثلاجات الحالية انصهر عن آخره ، وباعتبار عوامل أخرى سنبحثها فيما بعد ، يمكننا أن نعود إلى مستوى مياه البحار فيما قبل حلول العصر الجليدى ، أى إلى عصر البلايوسين ، حينما كانت الحرارة مرتفعة ، وكان سطح الأرض يخلو تماما من الجليد ، وكانت الأحواض المحيطية والمنخفضات البحرية المفتوحة تحتوى كل المياه ، وترتفع على طول السواحل العالمية إلى منسوب يطاول ١٠٠ ـ ١١٠ مترا

وينبغى أن لا نخلط بين تغيرات المنسوب البحرى العام ، الذى ينشأ عن التحول من جليد إلى ماء والعكس ، وبين ذبذبات التوازن الجليدية (Isostatische Bewegungen = Isostatic oscillations of the iceloaded tracts)، إذ أن الفرق بينهما عظيم . فالذبذبات الأيزوستاتية الجليدية تحدث نتيجة لضغط كتل الجليد الضخمة التى كانت تتراكم فوق أجزاء من يابس القارات أثناء الفترة الجليدية ، فتؤدى إلى هبوط تلك الأجزاء القارية تدريجيا وببطء شديد ، ثم يحدث أن تنصهر وتختفى تلك الكتل الجليدية من فوق اليابس

أثناء الفترة الدفيئة التالية ، فترتفع تلك الأجزاء مرة أخرى بالتدريج وببطء شديد أيضا . وعادة ما تتأخر هذه الذبذبات الأيزوستاتية كثيرا فن بداية الفترة المناخية ، وهى لهذا ذات أهمية تاريخية قليلة ومحدودة ، ثم إنها ترتبط بالحركات المكونة للأراضى اليابسة Epeirogenetic Movements ، التى لا تمت بأدنى صلة بالأحوال والتغيرات المناخية ، كما أن لتوزيع آثار تلك الحركات أسسا وقواعد أخرى .

وما من شك فى أن الحركات الإيوستاتية الجليدية المائية ، وما يتبعها من تغير منتظم فى مستوى مياه البحار بالارتفاع والانخفاض ، تعكس صورة التتابع المناخى أثناء الزمن الرابع بطريق مباشر ، وفى نفس الوقت فإنها لا تتقيد إطلاقا بالاختلافات الجغرافية . وهى لهذا تعتبر الوسيلة المثالية التى تساعد على إجراء المقارنات بين مختلف أنحاء الكرة الأرضية جميعا .

وفى اعتقادنا أن أهم مسألة تتصل بهذا الموضوع ، هى مسألة التعرف على الذبذبات الإيوستاتية الجليدية المائية ، وتحديدها وتمييزها عن غيرها (عن الذبذبات الأيزوستاتية) بوضوح ، ثم ربطها بالفترات الجليدية وغير الجليدية التى أمكن تمييزها وتحديدها فى نطاق العروض المعتدلة فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية .

ويرجع الفضل للعالمين : الألمانى « بنك A. Penck» والنمساوى بروكنر E.Brueckner فى إرساء قواعد الأبحاث الخاصة بالعصر الجليدى البلايستوسينى، فى مؤلفهما الضخم الذى صدر فى أوائل هذا القرن (١٩٠١ ـ ١٩٠٩) [٨] . وفيه تمكنا من تقسيم ذلك العصر إلى أربع فترات ، أطلقا عليها أسماء نهيرات تجرى فى المقدمات الشمالية لمرتفعات الألب ، وهى على التوالى من الأقدم إلى الأحدث : جونز Guenz ، مندل Mindel ، ريس Riss، ڤورم Wuerm. وهو التقسيم المعروف باسم « بنك » أو التقسيم الرباعى Tetraglazialismus. وقد نسب العالمان كل فترة جليدية إلى الوادى النهرى الذى عثرا فيه على مظاهره الأكيدة .

ولم تكن أحوال المناخ مستقرة ولا متجانسة أثناء كل فترة جليدية ، وكذلك الحال أثناء فترات الدفء التى فصلت بينها ، بل كانت تحدث أثناءها ذبذبات حرارية ، وتبعا لذلك أمكن تقسيم كل فترة جليدية إلى مراحل والمراحل إلى ذبذبات ، كما أنها كانت متفاوته فى أطوالها ، وفى عظم انتشار جليدها . فجليد فترة ريس كان عظيما واسع الانتشار ، ومن ثم أطلق عليه العالم السويسرى مولبيرج Muelberg « الجليد الأعظم » Die Groesste Vereisung ، فقد اتسع انتشار جليد ريس وعبر كل الركامات النهائية لجليد الفترات السابقة فى وسط أوروبا ، واجتاز الهضاب إلى السهول . وكانت فترة ريس أطول بكثير من فترة فورم ، وأكثر منها تعقيدا فى نمو جليدها وتطوره . وكانت الفترة الدافئة فيما بين جليدى مندل وريس طويلة جدا بالقياس لفترات الدفء التى سبقتها أو التى أعقبتها .

وكان الباحث الألمانى B. Eberl (١٩٣٠) [٩] أول من وجّه الأنظار إلى فترات باردة « جليدية » سابقة لفترة جونز أطلق عليها فترة الدانوب الجليدية Donaueiszeit، وقسمها إلى ثلاث مراحل ، وأيّده فى ذلك I. Schaefer (١٩٥٣) [١٠] رغم إنه لم يعثر على تكويناتها الحصوية الجليدية المائية فى سوى القسم الشمالى من هضبة إلر ـ ليش Iller-Lech-Platte [١١]. وعلاوة على ذلك فقد عثر مؤخرا على مستويات حصوية أخرى ، تكونت أثناء فترة أو فترات باردة سابقة لفترة الدانوب الباردة (الجليدية) .

ويرجح جمهرة الباحثين ، بناء على الموقف العلمى الحالى ، أن عصر البلايوستوسين أو العصر الجليدى كان قد انقضى ما يناهز خمسيه (٤٠٠ ألف سنة) عندما بدأت فترة جونز الجليدية [١٢] . ونحن نعتقد أن إثارة مناقشة فى الآونة الحالية حول عدد الفترات الجليدية لن تكون مجدية . فقد اكتشف ألبرشت بنك A. Penck أربع فترات جليدية فى نطاق مرتفعات الألب ، كل فترة منها تكوّن مركّباً جليدية كاملا وشديد الوضوح ، ومن ثمّ أصبح « النظام الرباعى البنكى » النموذج المثالى . وتبعا لنتائج أبحاث B. Eberl ومن بعده I.Schaefer

حدثت فى منطقة إلير ـ ليش اثنتا عشرة فترة ومرحلة مستقلة لتقدم الجليد ، ووصل العدد الآن إلى أربع عشرة فترة ومرحلة ، وستظهر الأبحاث مستقبلا عددا متزايدا من الفترات والمراحل .

ونحن نكتفى الآن بتقسيم العصر الجليدى فى مرتفعات الألب إلى أربع مجموعات زمنية كبيرة هى :

العصر الجليدى الأقدم :

ويضم الفترات والمراحل الباردة (الجليدية) السابقة لفترة جونز Guenz ـ وما يحتمل اكتشافه مستقبلا من فترات ومراحل باردة (جليدية ؟) تتبع أوائل البلايوستوسين .

العصر الجليدى القديم :

ويشتمل على فترتى جونز Guenz ، ومندل Mindel الجليديتين ، وفترة الدفء فيما بينهما .

العصر الجليدى الأوسط :

ويضم فترة الدفء الطويلة فيما بين جليد مندل Mindel وجليد ريس Riss ، كما يتضمن فترة جليد ريس Riss.

العصر الجليدى الحديث :

ويضمن الفترة الدفيئة الأخيرة ، فيما بين فترتى ريس Riss وفورم Wuerm، كما يتضمن فترة فورم الجليدية .

مناسيب البحر العالية وخطوط الشّواطئ أثناء الزمن الرابع

يمكن التعرف على المناسيب العالية السالفة لمياه البحار ، باعتبارها تمثل ذبذبات جليدية إيوستاتية ، عندما يتبين من دراسة الرواسب والتكوينات ، وما تحويه من حفريات نباتية وحيوانية ، أو من دراسة نوع وطبيعة التعرية والإرساب أنها قد

حدثت أثناء فترة دفيئة . وعندما نصادف خطوط سواحل قديمة للبحار على منسوب أكثر ارتفاعا بكثير من خط الساحل الحالى ، فإننا حينئذ ينبغى أن نستبعدها من النظام الإيوستاتى الجليدى ، لأنها تكون قد عانت من حركات رفع تكتونية Tectonic أو توازنية Isostatic .

ولقد سبق أن درست ووصفت بعض فترات طغيان مياه البحر على اليابس Transgression وخطوط السواحل أثناء عصر البلايوستوسين ، وأطلقت عليها أسماء معينة ، وذلك قبل أن يعرف الباحثون طبيعتها الإيوستاتية الجليدية . ولما كانت دراسة وتتبع المناسيب المرتفعة لمياه البحار التى حدثت أثناء الفترات الدفيئة أسهل بكثير من دراسة وتتبع المناسيب المنخفضة التى حدثت أثناء الفترات الجليدية ، لأنها الآن مغمورة بمياه البحر . وغالبا ما نجد مدى ومجال انحسارات مياه البحر Regression القديمة عن اليابس أثناء الفترات الجليدية غير محدد بل وغير معروف . ولهذا وغيره فإن المقارنة بين هذه الانحسارات وبين الفترات الجليدية فى المناطق الأخرى تصبح صعبة للغاية .

وتتصف المدلولات التى اختيرت للتعبير عن مناسيب مياه البحر القديمة بأنها شديدة التباين بالنسبة للإقليم الواحد ، وللمنطقة الواحدة . فمنها ما هو مجرد مدلول على مقدار الارتفاع Altimetric ، أى لتحديد مدى ارتفاع خط شاطئ قديم ، ومنها ما يختص بالتعبير عن أصل النشأة Genetic ، ومنها ما يشير إلى تاريخ خط الشاطئ وتحديد عمره Chronologic .

ونحن سنهتم هنا بدراسة أهم الأسس والخطوط العريضة للذبذبات الجليدية الإيوستاتية لمياه البحر العالمى . وسنطوف بسواحل العالم ، حيثما نشرت دراسات واعية بالفرق بين تراوح منسوب البحار الناشئ عن توازن القشرة الأرضية ، وذلك الآخر الناتج عن التغيرات المناخية ، التى تسبب تحول مياه البحر إلى جليد يتراكم فوق اليابس ، ثم انصهاره وعودته إلى البحر .

الشواطئ البلايوستوسينية العالية
فى حوض البحر المتوسط

شواطئ جنوب إيطاليا وجزيرة صقلية :

حظى حوض البحر المتوسط بالدراسات الرائدة الخاصة بالتغيرات فى المنسوب البحرى العام أثناء العصر الجليدى البلايوستوسينى . ومن بين خطوط الشواطئ البلايوستوسينية التى اكتشفت فى أوائل هذا القرن العشرين ، ودرست دراسة دقيقة ، وأصبح أمرها مؤكدا ، تلك الخطوط التى اكتشفها ودرسها جيجنو M.Gignoux (فى عام ١٩١٣) [١٣] فى سواحل جنوب إيطاليا وجزيرة صقلية ، ومن بعده دبيريه Ch. Depéret (١٩١٨ ـ ١٩٢٠) [١٤] . ووضع لها هذان الباحثان تسميات أصبحت تمثل الأساس العام الذى بنيت عليه كل الدراسات الأخرى الخاصة بشواطئ البحر المتوسط . كما أضحت النموذج المحتذى ، والذى تقارن به الأبحاث الخاصة بخطوط الشواطئ البلايوستوسينية فى جميع أنحاء العالم .

ويمكن إجمال درجات خطوط الشواطئ القديمة فى المجموعات الآتية من الأقدم إلى الأحدث :

١ ـ المدرج (الرصيف) الكالابرى Calabriano, Calabrien :

ويشمل كل الدرجات الساحلية التى تقع بين منسوبى ١٠٠ متر و٢٠٠ متر ، فوق مستوى مياه البحر المتوسط الحالى .

٢ ـ المدرج (الرصيف) الصقلى Sicilian :

ويقع بتكويناته الساحلية الخاصة به ، وبدرجاته ، بين ارتفاعى ٨٠ متر و ١٠٠ متر ، فوق مستوى مياه البحر المتوسط الحالى .

٣ ـ المدرج (الرصيف) الميلازى Millazzo :

وتقع درجاته فيما بين ارتفاعى ٥٠ مترا و ٦٠ مترا ، فوق مستوى مياه البحر الحالى . وقد سمى باسم شبه جزيرة ميلازو Millazzo التى تقع بارزة من الساحل الشمالى لجزيرة صقلية .

٤ ـ المدرج (الرصيف) التيرينى Tyrrhenian :

وتمتد درجاته على مستويين ٤٠ مترا و ٣٠ مترا ، فوق مستوى البحر الحالى . ويمكن تتبع درجاته بوضوح حول سواحل البحر التيرينى .

٥ ـ المدرج (الرصيف) الموناستيرى Monasterien :

وقد سمّى بهذا الإسم نسبة إلى بلدة موناستير Monastir فى تونس ، حيث تم اكتشافه هناك لأول مرة . وتقع درجاته على مستويين : الأعلى على ارتفاع ١٨ مترا ، والأوطأ على منسوب ٨ متر .

هذا وقد أظهرت الأبحاث فيما بعد ، وجود مدرجات « ثانوية » هولوسينية ، على مناسيب تتراوح بين ٢ ـ ٤ متر ، نشير إليها هنا استكمالا للتغيرات الإيوستاتية (جليدية مائية) خلال الزمن الرابع .

ـ المدرج (الرصيف) الفرسيلىVersilienne (فترة ما بعد الجليد) :

ويمثل أحدث ارتفاع بلغه مستوى البحر بعد انتهاء الفترة الجليدية الأخيرة (ڤورم) ، وقد سمّى بالمدرج الڤيرسيلى Versilienne ، نسبة إلى السهل الساحلى المسمى Bassa Versilia [(١٥)] الذى يقع إلى الشمال من بلدة بيزا Pisa فى إيطاليا ، ودرجاته بين ٢ ـ ٤ متر ، ويسميه بعض البحاث المدرج الفلاندرى Flandrienne [(١٦)]

ـ مدرج (رصيف نيس) Nice :

أحدث منسوب للبحر تم اكتشافه فى سواحل جنوب فرنسا ، ويسمى أيضا رصيف تيبس Tapes على ارتفاع نحو مترين

ولا شك أن هذا التطور الأحدث ، الذى حدث لخطوط الشواطئ البحرية ، قد تم بعد انصهار الجليد وتراجعه نهائيا . ولقد نشير إليه فيما بعد . لكن يهمنا الآن تتبع ظاهرة توزع وانتشار المدرجات البحرية العالية البلايوستوسينية بمجموعاتها الخمس الرئيسية فى معظم النطاقات الشاطئية المشرفة على البحر المتوسط .

وللمقارنة :

التعريف بمدرجات بحرية بلايوستوسينية ، نشأت بطريق إيوستاتى جليدى مائى ، تكتنف سواحل كثير من محيطات وبحار العالم الأخرى .

شواطئ شمال أفريقيا

لقد اكتشفت ودُرست خطوط شواطئ مماثله لخطوط الشواطئ التى سبق وصفها فى جنوب إيطاليا وصقلية على امتداد سواحل أفريقيا المطلة على البحر المتوسط ، بداية من سواحل المملكة المغربية [١٧] ، عبر سواحل الجزائر وتونس وليبيا [١٨] ومصر [١٩] .

وإذا كان المغرب العربى قد حظى بدراسات مكثفة قديمة وحديثة من قبل الباحثين الفرنسيين ، فإن جامعة بنغازى قد نشرت للباحث اثنى عشر بحثا ، فيما بين عامى ١٩٧٢ ــ ١٩٧٥ ، فى جيومورفولوجية الأراضى الليبية ؛ منها أبحاث عن برقة وسواحلها ، وسهل بنغازى ، وخليج سيرت ، وإقليم طرابلس . وفيها تمكن الباحث من فرز وتصنيف مخلفات تغيرات المنسوب البحرى العام ، تلك المخلفات التى تتمثل فى خطوط شواطئ قديمة ، وبقايا درجات وأرصفة بحرية ، وسلاسل كثبان رملية قديمة (حفرية متصلبة) ، إضافة إلى إجراء المقارنات بينها وبين نقاط تجديد الشباب النهرى ، والمدرجات النهرية البلايوستوسينية فى أودية الجبل الأخضر التى تنصرف إلى البحر المتوسط وخليج سرت ، منها على وجه الخصوص **وادى درنة** الذى يبلغ طوله ٧٥ كم ، وهو أهم وأطول واد يقطع حافة الجبل الأخضر الساحلية قبل وصوله إلى البحر المتوسط ، عند مدينة درنة . **ووادى القطارة** الذى ينصرف غربا إلى خليج سرت عبر جنوب بنغازى ، وهو أهم وأطول الوديان التى تنجح فى عبور سهل بنغازى وتصل إلى الخليج ، ويبلغ طوله مع رافده « الباكور » نحو ٨٢ كيلو مترا ، ويغطى حوضه نحو ١٣٥٠ كم٢ من أراضى القسم الغربى من الجبل الأخضر .

ويهمنا فى مجال بحثنا هذا عن تراوح منسوب البحار الجليدى ــ المائى أثناء عصر البلايوستوسين ، **أن نؤكد على أن المظهر الجيومورفولوجى لبرقة ، قد اتخذ فى نهاية عصر البلايوسين شكلا لا يختلف إلا قليلا عن شكله الحالى** . وفى رأينا أن احتفاظ الأشكال الأرضية بهيئتها القديمة حتى وقتنا الحاضر ، إنما

يرجع إلى العمليات الكارستية فى الصخور الكربونية التى يتركب منها الإقليم كله . يضاف إلى ذلك أن التقلبات المناخية أثناء عصر البلايوستوسين لم تتباين كثيرا فى النظام والنوع ، وإن اشتدت فى الكمّ والحدّة ، وبالتالى فإن العمليات الجيومورفولوجية المناخية لم تتحول ولم يتغير نمطها ، فبقيت الأشكال الأرضية دون تعديل .

وفى الزمن الرابع بقى الهيكل العام لبرقة والبطنان مماثلا لما كان عليه فى أواخر عصر البلايوسين ، ولما عليه فى عصرنا الحاضر ، باستثناء **النطاقات الساحلية ، ذلك أن مستوى البحر قد عانى من سلسلة من الذبذبات الرأسية أثناء الزمن الرابع . وقد تسببت هذه الذبذبات فى انتقال أفقى صغير نسبيا لخط الساحل** . ويرجع صغر الانتقال الأفقى ، أو بعبارة أخرى ، عدم تكوين أرصفة أو درجات بحرية واسعة ، إلى أن ساحل هضبة برقة فى معظمه ينحدر صوب البحر انحدارا شديدا . وترتبط نشأة خطوط الشواطئ القديمة ، والأرصفة أو الدرجات الشاطئية التى تطل على البحر فى برقة والبطنان بهذه الذبذبات الجليدية المائية التى أثرت على تباين منسوب البحر المتوسط أثناء عصر البلايوستوسين .

وهناك عدد من الأدلة الاستراتيجرافية والأركيولوجية تشير إلى تقلبات مناخية كانت لها آثار واضحة على سواحل برقة ، لكنها تقتصر على أواخر عصر البلايوستوسين ، وتتمثل فى رواسب بحرية توجد عند خط الشاطئ ٦ متر فوق مستوى البحر الحالى ، وفى رواسب من التوفا الكلسية ، بالاضافة إلى آثار للعصر الحجرى القديم تنسب للحضارتين الليفالوازية والموستيرية ، وقد جرى تأريخها وتقرير عمرها بالكربون المشع (C14) بنحو ٤٥٠٠٠ سنة ± ٣٠٠٠ سنة . هذه التكوينات تعاصر على وجه التقريب ما درسه المؤلف فى حصى المصطبة السفلى فى أودية الجبل الأخضر التى تنتهى فى البحر المتوسط كوادى درنة [٢٠] ، والتى تصب فى خليج سيرت كوادى القطارة [٢١] قرب بنغازى ، ذلك الحصى الى تختلط به رواسب تربة حمراء (تيراروسا) ، يتضمن آلات حجرية ليفالوازية

وموستيرية ، وتغطيه فى بعض المواضع تكوينات اسكرى غير متماسكة . ويمكننا أن نضيف إلى شواهد أواخر البلايوستوسين فى سواحل برقة سلاسل الكثبان الرملية الحديثة .

وقد أمكن تمييز عدد من الدرجات على امتداد ساحل برقة والبطنان ، بواسطة عدد من البحاث (٢٢) . وقام الباحث بفرزها وتصنيفها بالدراسة الميدانية ، واهتدى إلى تمييز نمطين منها فى سواحل برقة (٢٣) :

النمط الأول : يعلو منسوب ١٠٠ ـ ١١٠ مترا ، وتتصف درجاته بأسطح مموجة وغير منتظمة ، وتخلو من آثار التعرية البحرية والإرساب البحرى فيما بعد عصر المايوسين ، وتتفق امتداداتها مع خطوط انكسارية ، ونُرجِّح أن هذا النمط من الدرجات يمثل بقايا سطح تحاتى قديم هبط فى هيئة درجات نتيجة لحركة تكتونية على امتداد سطوح انزلاق صدعية .

والنمط الثانى : يقع أدنى من ١١٠ متر ، ويختلف عن النمط الأول فى أنه أكثر استقامه وانبساطا ، ويتميز بتعدد درجاته ، وقلة اتساعها نسبيا ، وبانحدارها الهين المنتظم تجاه البحر . وأمكن العثور فى أسطحها الصخرية على رواسب بلايوستوسينية ، بعضها هوائى النشأة ، وبعضها الآخر قد تم إرسابه بواسطة البحر .

والرواسب البحرية أقل انتشارا من الهوائية ، وينحصر وجودها على الخصوص فى الأجزاء الداخلية من أسطح الدرجات حيث استقرت فى مواضع حفظ مناسبة ، وقد شاهدها الباحث فى هيئة رقع ضيقة ومتقطعة عند أسافل الجروف ، وتحوى بقايا أحياء بحرية ، ومجمعات صخرية من حصى الصوان المفرطح ، أما الرواسب الهوائية فهى أكثر انتشارا ، وتوجد على امتداد الهوامش الداخلية للأرصفة على هيئة أشرطة أو شطوط ، ومن الممكن مشاهدتها أيضا على واجهات الجروف . وتتصف الرواسب سواء كانت بحرية أو هوائية بالتماسك والإندماج ، وتبدو ملتصقة بشدة بالأساس الصخرى الذى يظهر مكشوفا ظاهرا فى

معظمه ..... هذا النمط من الدرجات يمثل الأرصفة الساحلية التى نشأت بفعل التعرية البحرية فى الجبل الأخضر .

وتوجد الدرجات البحرية النشأة على نحو ما وصفناه فى ساحل برقة على المناسيب الآتية [٢٤] :

١١٠ ـ ٩٠	متر	صقلى
٦٠	متر	ميلازى
٤٠ ـ ٣٠	متر	تيرانى ١ + ٢
١٨ ـ ٨	متر	موناستيرى ١ + ٢
٦ ـ ٢	متر	مرحلة دفيئة فى ڤورم ـ فلاندرى

وتبعا لأبحاث شكرى وفيليب وسعيد عام ١٩٥٦ [٢٥] فى نطاق الساحل المصرى الواقع بين السلوم ومرسى مطروح ، توجد أرصفة بحرية على مستويات مختلفة ، وارتفاعاتها التقريبية . بعد استبعاد الرصيف الكلابرى التكتونى النشأة (على ارتفاع ٢٠٠ م) كما يلى

١٠٠	متر	صيف صقلى
٦٠	متر	صيف ميلازى
٣٥	متر	صيف تيرانى
٢٥	متر	صيف موناستيرى
٧	متر	رصيف أواخر موناستيرى

وقد قام البحاث المصريون الثلاثة المشار إليهم آنفا بدراسة وافية ومتكاملة ، شملت أبحاثا ميكروباليونتولوجية ، على الحواجز المكونة من صخور جيرية حبيبية ، والتى تمتد على طول النطاق الساحلى غربى الإسكندرية . وقد توصلوا إلى النتائج التى يجدها القارئ ملخصة فى الجدول التالى :

إسم الحاجز	إرتفاع الحاجز بالأمتار	تأريخه
علم شلتوت	١١٠	صقلى أ (درجات صقلية)
رقبة الحالف	٩٠	صقلى ب (درجات صقلية)
المخيرطة	٨٥	صقلى جـ (درجات صقلية)
علم الخادم	٨٠	صقلى د (درجات صقلية)
خشم الكيش	٦٠	ميلازى
جبل مريوط	٣٥	تيرانى
أبو صير	٢٥	موناستيرى رئيسى
الحاجز الساحلى	١٠	أواخر موناستيرى
جزيرة المرفأ	صفر	منسوب البحر الحالى

وهذه الحواجز فى رأى البعض ، ومنهم شكرى وزملاؤه ١٩٥٦ ، وزوينر Zeuner ١٩٥٩ [٢٦] . عبارة عن سلاسل تلالية تمثل حواجز بحرية أو ألسنة بحرية ، وتتركب من حبيبات رملية جيرية متماسكة . وتفصل الحواجز عن بعضها منخفضات كانت بحيرات ساحلية (لاجونات) تحوى رواسب بحرية يتعاقب فى طياتها الجبس والمارل . وفى رأى البعض الآخر ، ومنهم هيوم Hume ، ١٩٢٨ [٢٧] ، وعبده شطا ، ١٩٥٥ ، ١٩٥٧ [٢٨] ، ما هى إلا كثبانا رملية ساحلية تكونت بفعل الرياح الشمالية الغربية على امتداد شواطئ بحرية قديمة ، وقد تماسكت حبيبات الرمال الجيرية بفعل التجوية الكيميائية ، وذلك عن طريق الإذابة بمياه المطر ، ثم إعادة التبلور والتماسك بعد الجفاف . وقد جرى موازاتاها بالأرصفة البحرية فى سواحل حوض البحر المتوسط ، عن طريق تحديد مناسيبها على نحو ما يوضحه الجدول السابق .

وقد تمكن عبده شطا [٢٩] من تمييز خطوط شواطئ قديمة تُحدِّد مناسيب البحر أثناء الزمن الرابع فى سهول سيناء الشمالية المشرفة على البحر المتوسط ، وهى تقع الآن على مسافات معلومة من خط الساحل الحالى ، وترتبط

بنظائرها فى غرب الإسكندرية ومنطقة البحر المتوسط . فخط الساحل الصقلى ، وارتفاعه هنا ٨٢ مترا ، يبعد عن خط ساحل سيناء الحالى بنحو ١٠ كم ، والميلازى (٦٢ ـ ٥٥ مترا) على بعد ٦ كم ، والتيرانى (٣٢ ـ ٢٢ مترا) على مسافة ٢ كم ، ثم الموناستيرى (١٢ مترا) على بعد ١٠٠ متر من خط الساحل الحالى .

وإذا ما أجرينا مقارنة بين مناسيب أرصفة البطنان المصرية ، والحواجز (سلاسل الكثبان الرملية) البحرية المصرية ، ومناسيب الدرجات أو خطوط الشواطئ القديمة فى برقة ، فإننا سنجد اتفاقا وتناسقا كبيرا بينها كما سنجد الاتفاق والتناسق بينها جميعا وبين مثيلاتها فى سواحل البحر المتوسط .

الساحل الشرقى للبحر المتوسط

كانت الدرجات أو الأرصفة البحرية مجال بحث ودراسة على امتداد الساحل الشرقى للبحر المتوسط من قبل العديد من البحاث الفرنسيين[٣٠] بداية من دبيريه (C. Déperet (1906، ومرورا بالأستاذ دوفوما E-de Vaumas (1947,1954) حتى سانلاڤيل (P. , Sanlaville (1977 فى الساحل اللبنانى ، والدراسات التى قام بها كايزر (Keiser (1961 ، ثم ميزراييف عام ١٩٦٢ ، وأيضا دوفوما فى الساحل السورى[٣١] .

ويرى **دو ڤوما (١٩٥٤)** وجود ثلاث مجموعات من الدرجات (الأرصفة) البحرية على **الساحلين السورى واللبنانى** ، مع اختلافات يسيرة فى المنسوب لكلا درجات سواحل القطرين :

١ ـ المجموعة الدنيا أو السفلى :

تتألف فى **الساحل السورى** من درجتين : **السفلى** منها على ارتفاع ١٠ متر ، **والعليا** على ارتفاع ٢٠ مترا .

وفى **الساحل اللبنانى** من ثلاث درجات هى على الترتيب من أسفل إلى أعلى : ٣ متر ، ٦ متر ، ١٥ متر .

٢ ـ المجموعة الوسطى :

تتألف فى **الساحل السورى** من ثلاث درجات ، هى على التوالى من أسفل إلى أعلى ٣٥ مترا ، ٤٥ مترا ، ٦٠ مترا .

وفى **الساحل اللبنانى** عدة درجات فيما بين منسوبى ٣٥ ـ ٦٠ مترا ، (٣٥ مترا ، ٤٥ ـ ٥٠ مترا ، ٥٥ ـ ٦٠ مترا) .

٣ ـ المجموعة العليا :

فى **الساحل السورى** بين منسوبى ١٠٠ ـ ١٢٠ مترا .

وفى **الساحل اللبنانى** بين منسوبى ٩٠ ـ ١٠٠ متر .

ولقد قال **كايزر** بوجود ست مجموعات من الدرجات البحرية فى **الساحل السورى** ، وتتضمن أحد عشر رصيفا بحريا ، أدناها وبالتالى أحدثها على منسوب ٣ ـ ٤ متر ، وهو رصيف نيس ، وأعلاها درجات المجموعة الكالابرية ١٩٠ ـ ٢٠٥ متر .

وتتفق دراسات **ميرزاييف** (١٩٦٢) مع أبحاث دوفوما فى أعداد الأرصفة الرئيسية ، كما تميزت بالدقة فى التأريخ : الرصيف السُّفلى على ارتفاع يتراوح بين ٢ ـ ٥ متر ، تليه إلى أعلى أربعة أرصفة مناسيبها كالآتى على التوالى: ١٠ ـ ٢٠ متر ، ٣٠ ـ ٤٠ متر ، ٦٠ ـ ٨٠ متر ، ٩٠ ـ ١٢٠ متر .

وإذا ما فحصنا دراسات الفرنسيين فى الساحل اللبنانى سنجد مثل هذا الاختلاف فى العدد ، ويرجع ذلك إلى احتساب الذبذبات القصيرة المدى التى تؤدى إلى نشوء درجات ثانوية تتفق مع أحجامها . ولهذا وجب النظر إلى التغيرات فى مستوى البحر العالمى خلال الزمن الرابع ، وما نجم عنها من أرصفة بحرية بحسبانها وحدات زمنية كبيرة ، من ثمّ ينبغى التغاضى عن الذبذبات الصغيرة والقصيرة المدى خلال الوحدة الكبيرة ، والتى تشكلت أثناءها درجات ثانوية ضمن الرصيف الأساسى الذى تمّ تكوينه أثناء الوحدة الزمنية الطويلة .

كما نلاحظ إصرارا من بعض البحاث الفرنسيين فى العثور على درجات «بحرية» أكثر ارتفاعا ، بلغ عددها سبع درجات ، أعلاها على منسوب

٢١٥ مترا . فعلى حين يكتفى كايزر بمناسيب المجموعة الكالابرية فى الساحل السورى فيما بين ١٩٠ ـ ٢٠٥ متر ، نجد جير وسانلافيل A.Guerre et P. Sanlaville (1970) يميزان سبع درجات أكثر ارتفاعا من منسوب الرصيف الصقلى ، أدناها ١٠٠ م وأعلاها ٢١٥ مترا ، بل إنهما ميّزا رصيفا فى منطقة جونية على ارتفاع ٣٠٠ متر ، ورجّحا تكوين هذه الدرجات فى البلايوستوسين الأسفل (الأقدم) ، والدرجات السبع « كالابرية » العمر ، وتوازى ، كما أشرنا فى أكثر من بحث سابق ، تكوينات ڤيل فرانش القارية وتعاصرها ، وأكدنا أن بقايا هذا الرصيف الكالابرى ممزقة ومتناثرة ، وهو فى الأصل تكتونى النشأة ، ولا ينبغى اعتباره جزء من نظام الأرصفة الإيوستاتية الجليدية المائية البلايوستوسينية .

ونعود ونؤكد رأينا المبنى على مشاهدات مستفيضة فى مختلف السواحل ، أن الاقتصار فى توصيف الأرصفة البحرية النشأة وتحديدها بالتغيرات الكبيرة والواسعة المدى لمستوى البحر العالمى هو أمرٌ يتفق مع الواقع الجيومورفولوجى ، ذلك أن الفروق فى مناسيب الأرصفة الثانوية التى تمّ تكوينها ضمن رصيف رئيسى تعد صغيرة لا تتجاوز بضعة أمتار ، أضف إلى ذلك أن أسطحها مكونة من رواسب بحرية وأخرى قارية مفككة وسائبة فى الغالب ، ولذلك فإنها تتعرض للاكتساح والإزالة والنحت بواسطة عوامل التعرية ، فلا يتبقى منها إلا مخلفات وشواهد قليلة غير واضحة و تبدو معالمها باهتة وتضيع ضمن الظواهر المورفولوجية العامة لسطح الرصيف الرئيسى .

وقد تمكن البحاث من تحديد أعمار الأرصفة الرئيسية (مجمعات الأرصفة) فى السواحل اللبنانية والسورية عن طريق الأدلة الأركيولوجية وما عثروا عليه من أدوات صوانية وحفريات حيوانية ، بالإضافة إلى اهتمام كايزر وميرزاييف بالشواهد الجيورمورفولوجية .

ويمكن حصر الأرصفة الرئيسية البحرية البلايوستوسينية فى الساحل اللبنانى السورى فيما يلى :

ما قبل جونز	٩٠ ـ ١٢٠	الرصيف الصقلى	ما قبل شيلية
جونز ـ مندل	٦٠ ـ ٨٠	الميلازى	شيلية
مندل ـ ريس	٣٠ ـ ٤٠	التيرانى	أشولية ـ لافلوازية
ريس ـ فورم	١٠ ـ ٢٠	الموناستيرى	لافلوازية ـ موستيرية (حجرى قديم أوسط)
ما بعد فورم	٢ ـ ٥	الفلاندرى	أوريجناسية ، سوليترية ، مجدلينية (حجرى قديم أعلى) .

(الصفوف الثلاثة الأولى: حجرى قديم أسفل (أقدم))

والأرصفة المنخفضة الحديثة هى بطبيعة الحال ، أكثر الأرصفة اتساعا واستمرارا وانبساطا ، وتنحدر تجاه البحر انحدارا هينا ، وتقوم عليها معظم حقول الزراعة فى السهول الساحلية ، وشيدت عليها المدن والقرى الساحلية . أما الأرصفة العالية فقد أصابتها عوامل التعرية بشكل قضى على معظم أجزائها ، لذلك فإن الأمر يتطلب مهارة فى الربط بين بقايا الأرصفة ذات المناسيب المتقاربة، وذلك من خلال الدراسة الميدانية وفحص الصور الجوية .

الساحل الغربى للبحر الأحمر

من خصائص السهل الساحلى على البحر الأحمر وجود الدرجات أو الأرصفة البحرية الإيوستاتية ، التى تمثل التغيرات فى مستوى البحر أثناء الزمن الرابع ، والتى توازى وتعاصر خطوط وحواجز وسلاسل الكثبان الرملية فى ساحل مريوط ، وفى ساحل سيناء الشمالى .

فقد تمكن بول Ball عام ١٩٣٩ [٣١] من تحديد سبعة أرصفة أو درجات بحرية بداية من الساحل الحالى إلى مسافة سبعة كيلو مترات فى الداخل ، ومناسيبها على الترتيب ٢٤ ، ٧٢ ، ٩٠ ، ١١٤ ، ١٥٦ ، ١٦٨ ، ٢٣٨ مترا. وذلك فى نطاق الساحل فيما بين سفاجه والقصير ، وفى مواضع أخرى تمّ العثور على أرصفة أحدث وأوضح وأكثر اتصالا واكتمالا على الإرتفاعات

٢٠ _ ١٥ ، ٨ _ ٦ متر . وهى تمثل خطوط شعاب مرجانية قديمة تكونت أسفل صفحة مياه البحر ، ثم انحسرت عنها المياه على مراحل ،فهى تمثل خطوط شواطئ قديمة . ولقد دلل « بول » على أنه كان على وعى تام ، وفهم عميق بالتغيرات الإيوستاتية المائية الجليدية ، حين فصل خطوط الشواطئ التى يزيد ارتفاعها عن مائة متر ، وأرجع تكوينها إلى أواخر الزمن الثالث ، بل إنه ربط أعلاها منسوبا بالمايوسين وأوسطها بالبلايوسين ، أما ما دون المائة متر ارتفاعا فقد نسبها للبلايوستوسين وأوائل الهولوسين .

ورغم هذا يعود الخلط مرة أخرى فى دراسات حديثة (سمير سامى ١٩٩٣) (٣٣) . ففى سواحل منطقة الغردقة أمكن تحديد خطوط شواطئ قديمة على مناسيب : ١٨٠ _ ٢٠٠م ، ١٣٠ _ ١٥٠م ، ١٠٠ _ ١٢٠م اعتبرت معاصرة لمستويات الرصيف الكالابرى ، وحُدِّدت أعمارها ببدايات البلايوستوسين، فيما يعرف بفترات الدانوب الباردة ، تمشيا مع ما ذكره رايس Rice, R.J.,1990, P. 321 ، من أن منسوب البحر العالمى تراوح فى أثناء تلك الفترات بين ١٥٠ _ ٢٠٠ متر .

وتبدأ مناسيب البحر الإيوستاتية الجليدية الحقّة طبقا لمختلف الدراسات التى أجريت بساحل البحر الأحمر القديم منها والحديث (٣٤) بمناسيب تبدأ من الأعلى (الأقدم) إلى الأسفل (الأحدث) على التوالى : ٨٠ _ ١١٤م (صقلى) ، ٥٠ _ ٦٠م (ميلازى) ، ٣٠ _ ٤٠م (تيرانى) ، ٨ _ ٢٠م (موناستيرى) ، ٢ _ ٦م (ما بعد الجليد) .

سواحل الخليج العربى

تكثر الأبحاث الخاصة بعمليات الإرساب فى الخليج العربى إبّان عصر الهولوسين ، وتغطى نطاقات ساحلية كبيرة نسبيا ، ولعل أكثر الاهتمام كان وما يزال منصبّا على منطقة رأس الخليج ، أما عمليات الطغيان البحرى ، ودراسة

خطوط الشواطئ القديمة البلايوستوسينية ، فلم تحظ بنفس الاهتمام إلا فى أثناء العقود الأربعة الأخيرة ، وورد ذكرها فى معرض دراسات جيولوجية ، اهتمت على الخصوص بالظواهر التركيبية (البنيوية) التكتونية (٣٥) .

أشار كلٌ من ليس (Lees, 1929)وكاسلر (Kassler , 1973) إلى وجود درجات بحرية فى جبال عمان على ارتفاع ٣٧٠ مترا فوق مستوى سطح البحر الحالى ، كما ذكر جلينى (Glennie, 1979) (٣٦) فى كتاباته عن بيئة الإرسابات الصحراوية ، وجود سبخة السميم الواقعة فى غربى جبال عمان على حوالى نفس المنسوب ، وذكر الباحثان أن البحر كان يرتفع إلى منسوب ٣٧٠ مترا فى البلايوستوسين الأسفل (الأقدم) ، ومن ثم تكونت الدرجة (الرصيف) البحرية ، ونشأت السبخة .

ولو صحّ هذا لغزت مياه الخليج مساحات شاسعة ، وتعمقت فى اليابس المنخفض عشرات الكيلو مترات ، وهذا ما لم تقل به كل الدراسات الجيولوجية. ولهذا فإن الدرجات وخطوط الشواطئ القديمة الآن على منسوب يزيد على ١٠٠ ــ ١٢٠ مترا ، إنما هى درجات وخطوط شواطئ مرفوعة تكتونيا ، ولا يمكن إدخالها ضمن النظام الإيوستاتى الجليدى المائى الخاص بالزمن الرابع . ويعزز رأينا هذا ، فى حوض الخليج العربى أيضا ، دراسات جونسون (Johnson, 1978) (٣٧)على طول سواحل المملكة العربية السعودية على الخليج العربى ، ومن قبله هولم (Holm, 1960) الذى درس المناطق الشرقية لشبه الجزيرة العربية أيضا ، وكذلك جلينى (Glennie, 1979) الذى درس السبخات الداخلية فى القسم الجنوبى من ساحل دولة الإمارات . فهؤلاء جميعا يشيرون إلى أن مناسيب البحر خلال الفترات الدفيئة التى تخللت العصر الجليدى تتفق مع مثيلاتها فى البحر المتوسط .

وتبعا لدراسات جونسون ، فقد أمكنه تمييز خطوط شواطئ قديمة فى السواحل السعودية تبدأ من الداخل (الأقدم) نحو الساحل الحالى على ارتفاعات: ١١٠ ــ ١٢٠ متر ، ٥٠ متر ، ٣٥ متر ، ١٥ متر فوق مستوى البحر الحالى ، إضافة إلى مناسيب هولوسينية ١٠ متر ، ٧ ــ ٥ متر ، ٣ ــ ٢ متر .

موجز لأبحاث الأرصفة البحرية البلايوستوسينية فى أنحاء مختلفة من العالم

لقد فصلنا الدراسة بعض الشئ فيما يخص سواحل البحر وعالمنا العربى . ولكى نبرز أهمية هذا اللون من البحث بالنسبة للتغيرات فى منسوب البحر العالمى، لأنه كما سبق أن ذكرنا ، نحسبه الوسيلة المثلى لإجراء المقارنات ، نشير إلى دراسات مماثلة توصلت إلى نفس النتائج فى سواحل متباعدة. من ذلك أبحاث العلماء الروس والرومانيين التى نجد لها ملخصاً وافيا فيما نشره الباحثان الألمانيان جرامان R.Grahmann ١٩٣٧ [٣٨] وبفانين شتيل M. Pfannenstiel (١٩٤٤ ، ١٩٥٠ ، ١٩٥٢) [٣٩] .

كما عثر على خطوط شواطئ فى سواحل غربى المملكة المغربية وسواحل البرتغال المطلة على المحيط الأطلسى تتفق فى مناسيبها مع أرصفة البحر المتوسط .

وقد أمكن اكتشاف عديد من الأرصفة البحرية وخطوط الشواطئ القديمة فى سواحل انجلترا خصوصا سواحل « سوث دوانز » South Downs وسواحل إقليم ديڤون Devon .

وفى أمريكا الشمالية أمكن تتبع خطوط شواطئ قديمة بلايوستوسينية على طول مسافة طويلة تطل على المحيط الأطلسى من سواحل نيوچيرسى عبر سواحل شبه جزيرة فلوريدا Florida إلى سواحل غرب خليج المكسيك واكتشفت أرصفة بحرية مماثلة فى سواحل جزيرة برمودا Bemuda.

ولقد دلت الأبحاث الحديثة التى أجريت فى سواحل الأرجنتين ، وفى سواحل شرق آسيا ، ممثلة فى سواحل الصين واليابان وشبه جزيرة كمشاتكا Kamshatka على أن الذبذبات الجليدية الإيوستاتية فى مستوى البحر أثناء عصر البلايوستوسين ظاهرة عالمية .

والخلاصة :

فقد تحرى الباحث فى عرضه السابق لمناسيب الشواطئ البحرية العالية ، أن يأخذ فى الحسبان تلك المناسيب الواضحة المعالم ، والتى تناولتها الأبحاث من

مختلف الجوانب الچيومورفولوجية والأركيولوجية (إن وجدت) ، والتى لا خلاف على نشأتها البحرية لشدة وضوح معالمها . وتتمثل هذه المناسيب العالية فى أشكال الأرصفة البحرية التى تتفاوت فى اتساعها وامتدادها تبعا لطبيعة تكوين صخور الساحل ودرجة انحداره ، ثم ما أصاب الدرجات بعد تكونها من التقطع والتمزق بواسطة عوامل التعرية . هذا فى نطاقات السواحل البحرية المرتفعة خاصة تلك التى تتكون من طبقات صخرية غير متجانسة ؛ أما فى نطاقات السواحل الجبلية التى تتألف من صخور صلبة مقاومة ، فإن فعل البحر يصبح مقصورا على مجرد خطوط شواطئ ضيقة محدودة الاتساع والامتداد .

وفى المناطق السهلة التى تنحدر صوب البحر انحدارا هينا ، ترك البحر حدود غزواته فى هيئة سبخات على مستويات فى الداخل تتناسب مع مناسيبه ، أو فى شكل حواجز أو سلاسل من الكثبان الرملية المتوازية ، والتى تفصلها منخفضات بحيرية (لاجونات) إن كانت حديثة النشأة ، أو منخفضات طولية جافة إن كانت قديمة التكوين .

والآن :

إذا سلمنا بأن الرصيف الصقلى الواقع الآن على ارتفاع ١٠٠ متر من سطح مياه البحر ، يمثل منسوب البحر فيما قبل فترة جونز الجليدية ، فإننا لا بد أن نتساءل :

السؤال الأول : هل كان سطح اليابس يخلو من الجليد فيما قبل عصر البلايوستوسين ؟

إذا كانت الإجابة بنعم ، حينئذ يبرز **السؤال الثانى** : هل الجليد الحالى الذى يغطى أجزاء فسيحة من اليابس ، وبسمك كبير ، إذا ما انصهر ، وانصرفت مياهه إلى البحر ، هل يعود منسوب البحر إلى الارتفاع إلى مستوى الرصيف الصقلى أو قريبا منه ؟ ويبقى **سؤال ثالث** : كيف نفسر الانخفاض التدريجى لمنسوب البحر ، ابتداء من المنسوب الصقلى ، إلى المنسوب الميلازى (٦٠م) ، ثم إلى المنسوب التيرانى (٣٠ ــ ٤٠) فالمنسوب الموناستيرى (١٨ ــ ٨) فالمنسوب الفلاندرى (٢م) .

للإجابة على السؤال الأول :

تخلص الدراسات الجيولوجية إلى نتيجة أن الزمن الثالث كان حارا ، وكانت أشجار الجوز والماجنوليا تنمو وتزدهر فوق أراضي جزيرة سبتس بيرجن Spitzbergen، ووصلت ظروف المناخ المدارى إلى العروض الوسطى ، وأحوال المناخ شبه المدارى حتى العروض القطبية الحالية . وتواصلت هذه الظروف الحرارية شبه المدارية حتى أواخر البلايوسين ، حين بدأ الانخفاض الحرارى التدريجى الذى ما لبث أن اشتد ، وظهر جليا فى أوائل عصر البلايوستوسين (Rutte 1973, Schwarzbach 1961, Winkler , 1960) [٤٠] .

ويمكن القول عامة بأن التغير الحرارى نحو البرودة كان تدريجيا وبطيئا نوعا، ابتداء من عصر الأوليجوسين الأعلى (١٨ْم) إلى عصر المايوسين (١٦ْم) ثم إلى عصر البلايوسين (١٤ْم) ، لكنه كان سريعا من الأخير إلى بداية عصر البلايوستوسين (٩ْم) ، ثم إلى الفترة الباردة / انجليدية) الأولى (صفر ْم) . واتضح أن الحيوانات المثالية التى تسود الجهات القطبية والتى تتميز بها أعالى الجبال ، لم يكن لها وجود على الإطلاق فى أثناء عصر البلايوسين كله ، فهى قد نشأت بالتدريج فى أثناء عصر البلايوستوسين (Sickenberg 1974) .

والنتيجة :

نحن لا نجد على وجه الأرض حتى نهاية البلايوسين الأعلى أية اثار لوجود أية غطاءات جليدية على اليابس القطبى ، ولا أية شواهد لوجود قلنسوات جليدية فوق قمم الجبال العالية (Sickenberg , 1971) [٤١] .

للإجابة على السؤال الثانى :

إذا ما حدث وانصهر الجليد المتراكم فوق اليابس حاليا ، فإن منسوب البحار العالمية يرتفع اليوم بنحو ٧٦ مترا (Flohn 1973, Hoinkes, 1971) [٤٢] ويدخل فى هذا الرقم حساب انتشار واتساع المسطحات البحرية العالمية بواسطة الطغيان على الأراضى اليابسة المنخفضة .

ومع ارتفاع حرارة مياه المحيطات فى الفترة التى سبقت تكوين الغطاءات الجليدية ، فإن منسوب مياه البحار حينذاك كان ينبغى أن يرتفع إلى نحو ٨٩ مترا (مقابل ٧٦ مترا فى وقتنا الحاضر إذا ما انصهر الجليد الحالى) وذلك بسبب تغير كثافة المياه وحدها (Flohn ,1973) [٤٣] .

تبقى الإجابة على السؤال الثالث :

إننا نرجح أنه فيما قبل جونز لم يكن للغطاءات الجليدية الكبيرة وجود بعد . وقد صحب فترة جونز تكوين أول غطاء جليدى ضخم ، خصوصا فوق أوروبا وأمريكا الشمالية وجرينلندا ، حسبما تدل على ذلك آثار تلك الفترة .

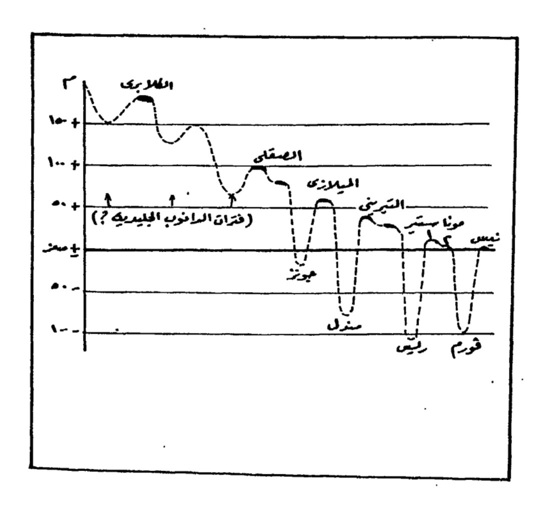
ويصح لنا ، والحالة هذه تفسير المنسوب ٦٠ مترا للبحار العالمية فى الفترة الدفيئة التالية ، وهى فترة جونز ـ مندل (الرصيف الميلازى) ، بافتراض استمرار وجود قسم من هذا الغطاء الضخم فوق أجزاء من مناطق توزيعه . وفى نفس الوقت ينبغى لنا افتراض عدم تكوين غطاء جليدى ذى أهمية فوق القارة القطبية الجنوبية ، أو على الأكثر بداية لتكوينه .

وعلى العكس من ذلك ينبغى لنا أن نرتضى افتراض تكوين ما يقرب من نصف جليد القارة القطبية الجنوبية لتفسير انخفاض مستوى مياه البحار العالمية إلى منسوب ٤٠ مترا ، ثم إلى ٢٨ مترا أثناء الفترة الدفيئة العظيمة التالية ميندل ريس (الرصيف التيرانى) . وقد استمر بناء هذا الغطاء الجليدى حتى أصبح حجمه فى أثناء فترة إيم الدفيئة (الرصيف الموناستيرى ١٨ ـ ٨م) يناهز حجمه الحالى. وبالتالى أضحى منسوب البحار العالمية آنذاك يقترب من منسوبها فى وقتنا الحاضر [٤٤] .

شكل (١) : الأرصفة البحرية الأيوستاتية التى نشأت في الزمن الرابع كما يراها الباحث .

(الارتفاعات منسوبة لمستوى البحر الحالى)

ع ح	= العصر الحاضر	ج - ر	= فترة جونز ـ مندل الدفيئة
ف	= فترة الفووم الجليدية	ج	= فترة جونز الجليدية
ر ـ ف	= فترة ريس = فورم الدفقيئة	ق ـ ج	= فترة ما قبل جونز
ر	= فترة ريس الجليدية	فيل	= فيل فرانش
م ـ ر	= فترة مندل الجليدية		



شكل (٢) شكل مبسط للأرصفة البحرية الناتجة عن الذبذبات الإيوستاتية الجليدية فى منسوب مياه البحر المتوسط ممثلا لبحار ومحيطات الكرة الأرضية .

المراجـــع

(١، أ) ـ جودة حسنين جودة (١٩٦٦) : العصر الجليدى ، بحث فى الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوستوسين . منشورات جامعة بيروت العربية ، بيروت. يضم تسعة مباحث تعالج مشاكل تقسيم العصر الجليدى .

(1-B) - Gouda, G.H. (1970) Ueber den Glazial - eustatischen Meeresspiegel - Swankungen . Geographica Helvtica , Bern. عن الذبذبات الجليدية المائية فى مستوى البحر .

(2-A) - Bullard, E. (1969) The origin of the Oceans. Scientific American , September 1969 .

(2-B) - Broecker , W.S. (1974) General Oceanography . New York.

(٢جـ) ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٦ ـ الطبعة الثامنة) جغرافية البحار والمحيطات . ص ١١٢ ـ ١١٦ ، منشأة المعارف ، الاسكندرية .

(3) - Hume , W.F. , & Little, O.H., (1928) Raised Beaches and Terraces of Egypt. Intern . Geogr. Congr. (IGU) Cairo شواطئ مرفوعة

(4-A) - King, C.A.M. (1966) Oceanography for Geographers, 2nd Ed., Edward Arnold, London .

(4-B) - .... (1959) Beaches and Coasts . London.

(5) - Penck, A. und Brueckner, E. (1901 - 1909) Die Alpen im Eiszeitalter . 3 Bd. Leipzig . مرتفعات الألب أثناء العصر الجليدى .

(6) - Hoinkes, H. (1968) Glazialogische Probleme der Antarktis Wuertzburg . مشكلات جليدية بالقارة القطبية الجنوبية

(7) - Buedel , J. (1976) Eiszeitalter und heutiges Erdlbild . Die Umschau , H.1 العصر الجليدى وصورة الأرض الحالية .

(8) - Penck, A. & Bruckner, E. (1901 - 1909). Op. Cit.

(9) - Eberl, B. (1930 , 1960) Die Eiszeitenfolge im Noerdlichen Alpen Vorland . Augsburg .

تتابع فترات الجليد فى أراضى الألب الأمامية الشمالية .

(10) - Schaefer, I. (1953) Die Donaueiszeitlichen Ablagerungen an Lech und Wertach. Geol. Bavarica, 19. Muenchen .

إرسابات فترة الدانوب الجليدية فى وادى ليش ڤيرتاخ (هضبة باڤاريا) .

(١١) يُعرف القسم من هضبة باڤاريا (بايرن) فى جنوب ألمانيا ، الواقع بين وادى إلر Iller ووادى ليش Lech بإسم هضيبة إلر ـ ليش-Iller-Lech Platte ، وهى قسم مما يُعرف بأراضى الألب الأماميةAlpen-Vorland، وقد حظيت الهضيبة بقسم كبير من أبحاث العالمين « بنك » وبروكنر.

(١٢) جودة حسنين جودة (١٩٩٥) الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع . دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، صفحات ٥١ ـ ٨٢ .

(13) - Gignoux, M. (1913) Les Formations marines Pliocénes et Quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. Lyon .

التكوينات البحرية البلايوسينية والبلايوستوسينية (الزمن الرابع) فى جنوب إيطاليا وصقلية .

(14) - Depéret, Ch. (1918 - 1920) Essai de coordination chronolgique générale des temps quaternaires. Comptes rendus Acad. Sc. , Paris .

(15) - Blanc, A.C. (1936) Ueber die Quartaerstratgraphie des Argo Pontino und der Bassa Versilia . Verhandl III. Internat. QuartaerKonferenz . Wien.

استراتيجرافية الزمن الرابع ....

(16-a) - Dubois, G. (1930) Tableau de l'Europe Flandrienne . Soc. Géol .de France . Paris. صورة أوروبا أثناء الطغيان الفلاندرى .

(16-b) - Graul, H. (1959) Neue Zeitdaten Eustatischer Swankungen Waehrend der Flandrischen Transgression in Westeuropa . 32.Dt. Geographentag . Berlin.

تأريخ جديد للذبذبات الإيوستاتية أثناء الطغيان البحرى الفلاندرى فى غرب أوروبا .

(17-a) - Choubert, G.(1957) Essai de Corrélation des Formations Continentales et marines du Pleistocéne au Mòroc. Note V. Congr. INQUA .

(17-b) - Butzer, K.W. & Cuerda, L. (1967) Coastal Stratigraphy of Southern Mallorca and .... the Pleistocene Chronology of the Mediterranean Sea . Jour. Geol. 70 .

(17-c) Zeuner, F.E. (1952) Pleistocene Shore-lines. Geolog. Rundschau, 40 .

(١٨) «أ» جودة حسنين جودة (١٩٧٢) أبحاث فى جيومورفولوجية الأراضى الليبية . الجزء الأول . منشورات الجامعة الليبية (جامعة قار يونس حاليا) بنغازى . .

«ب» .... (١٩٧٢) أبحاث فى جيومورفولوجية الأراضى الليبية . الجزء الثانى . منشورات الجامعة الليبية (جامعة قار يونس حاليا) بنغازى.

«جـ» .... (١٩٨٠) العصر الجليدى وعصور المطر فى صحارى العالم الإسلامى . دار النهضة العربية . بيروت .

(19-a) - Shata, A. (1955) An introductory note on the geology of the northern portion of the Western Desert of Egypt . Bull. Desert Inst. , T. V, No. 2, Cairo.

(19-b) - .... (1957) Remarks on the physiography of El-Amiria-Maryut Area. Bull. Soc . Égypte. T. XXX ., Cairo.

(19-c) - Shukri, N.M. and Others (1956) The geology of the Mediterranean Coast between Rosetta and Bardia . Part II, Pleistocene sediments : Geomorphology and microfacies . Bull. Inst . Desert. T. XXXVIII , Fasc . 2., Le Caire.

(٢٠) ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٧ طبعة سادسة) الجغرافيا الطبيعية لصحارى العالم العربى . منشأة المعارف ، الإسكندرية ، صفحات ٣٤٩ ـ ٣٧١ .

(٢١) ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٧ ط٦) مرجع سبق ذكره، صفحات ٢٩٣ ـ ٣٢٣ .

(22) - Mc-Burney, C.M. and Hey , R.W. (1955) Prehistory and Pleistocene Geology in Cyrenaican Libya. Cambridge University Press, Cambridge .

(٢٣) ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٧ ط٦) مرجع سبق ذكره ، صفحات ١٤٣ ـ ١٧١ .

(24) - Mc-Burney, C.M.and Hey, R.W. (1955) Op. cit .

ـ جودة حسنين جودة (١٩٩٧ ط٦) مرجع سبق ذكره ، صفحات ١٤٣ ـ ١٧١ .

(25) - Shukri, N.M.and Others (1956) Opcit.

(26) - Zeuner, F.E. (1959) The Pleistscene Period, 2 ed London.

(27) - Hume , W.F. and Little, O.H. (1928) Op. cit .

(28) - Shata , A. (1955 and 1957) Op. cit .

(29) - Depéret, Ch. (1918- 1920) Op. cit .

(30) - Vauma , E. de (1954) Le Liban (montagne libanese, Bekaa, Anti-Liban, Haute Galilee Libabese). Etude de Geographie Phisique . I,II,III,textes . Paris.

- Vauma , E.de (1947) Les terraces d'abrasion Marines de la Cote libanise. Bull. Soc. de Géog. d'Egypte. XXII . PP. 21-85 .

(31) - Kaiser, E. (1973) Quartaer - Stratigraphische Untersuchungen aus der Syrischen Kueste. Berlin.

ـ ميرزاييف ، ك. م . (١٩٧٠) أشكال تضاريس سورية ـ ترجمة عادل عبد السلام . دمشق .

- Akili , M.T. (1978) Die Syrischen Kuesten gebiete. Berlin.

- Vaumas, E.de (1961) Structure et morphologie du Proche-Orient. Rev. Geog. Alp. PP. 225-274, 433-509, 645-739.

(32) - Ball, J. (1939) Contributions to the geography of Egypt, Cairo. PP. 29-30 .

(٣٣) ـ سمير سامى محمود (١٩٩٣) جيومورفولوجية منطقة الغردقة بين جبل نقارة جنوبا وجبل أبو شعر القبلى شمالا . رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .

(34) - Ball, J. (1939) Op. cit.

- Ball, J. (1912) The geography and geology of South-eastern Eygypt. Cairo .

` Hume , W. and Littele , O. (1928) Op. cit.

- Hume, W.F. (1925) Geology of Eygypt . Serv. Dept. Cairo .

- Rice, R.J. (1990) Fundamentals of geomorphlogy. 2 nd ed., Longman, Singapore .

- نبيل يوسف عبده منباوى (١٩٩١) بعض الظاهرات الجيومورفولوجية على السهل الساحلى للبحر الأحمر - جنوب خليج السويس فى مصر) رسالة دكتوراة غير منشورة ، كلية الآداب - جامعة عين شمس .

- Gouda , G.H. (1994) Die glazial-Eustatische Meeres - Spiegel - Schwankungen. Eiszeit. und. Gegenwart. Oeringen-Wuerzberg.

(35) - Lees, G.M. (1928) The geology and tectonics of Oman . Quart . Jaur . Geol . Soc ., Vol. 84, Part 4 , PP . 585 - 670 .

- Kassler, P. (1973) The Structural and geomorphic evolution of the Persian Gulf. Berlin.

(36) - Glennie, Et al (1973-1974) Geology of the Oman mountains.London .

(37) - Johnson, D.W. (1932) Rock fans of arid regions. Geog. Rev. 22. 22. PP. 656-665.

(38) - Grahman, R. (1937) Form und Entwaesserung der Nordeuropaeschen Inlandeises. Mitt. Ges. Erdkunde. Leibzig 54.

(39) Pfannenstiel . M. (1944) Die diluvialen Entwicklungsstadien und Urgeschichte von Dardanellen, Marmarameer und Bosporus. Geol Rundschau, 34.

- .... (1950) Die Quertaergeschichte des Donautales. Bonner Geogr. Abhandl . 6.

- .... (1952) Das Quartaer der Levante. 1. Die Kueste Palaestina-Syriens, Akada. Wiss. Mainz.

(40) - Rutte , E. (1956-1963) Die Geologie des Schienenberges (Bodensee) und der Ohninger Fundstatten. N. Jb. Geol. Pal. Abh. 102-106 .

(41) - Schwarzbach , M. (1981) Das Klima der Vorzeit, Dritte Auflage. Stuttgart.

(42) - Flohn, H. (1973) Zur meteorologischen Interpretation der Pleistozaenen Klimaschwankungen. Eiszeital. und Gegenw. Oehrengen / Wuertenberg.

- Hoinkes, H(1971) Glazialogische Probleme der Antarktis. Wuerzburg .

(43) - Flohn, H. (1973) Op. cit.

(٤٤) لزيادة الفهم وتعميق المعرفة بهذا الموضوع الذى طال النقاش فيه ، ننصح القارئ الكريم بالرجوع إلى المقالات المنشورة للمؤلف فى كتاب «الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع» ، طبعة ١٩٩٥ ـ دار المعرفة الجامعية ـ الإسكندرية

قائمة بالكتب التى ألفها الأستاذ الدكتور /

جــودة حسنيـن جــودة

أسـم الكتـاب	الطبعة وتاريخـها	الناشـــر
جغرافيا البحار والمحيطات	(١٢) ـ ١٩٩٧	منشأة المعارف (جلال حزى وشركاه) شارع سعد زغلول ـ الاسكندرية
جغرافيا لبنان الاقليمية	(٢) ـ ١٩٨٩	
جغرافيا أوروبا الاقليمية	(١٥) ـ ١٩٩٦	
جغرافيا أفريقيا الاقليمية	(١٠) ـ ١٩٩٦	
الجغرافيا الطبيعية والخرئط	(٥) ـ ١٩٩٧	
الجغرافيا الطبيعية لصحارى العالم العربى	(٦) ـ ١٩٩٧	
جغرافيا الدول الاسلامية	(٤) ـ ١٩٩٧	
جغرافيا آسيا الاقليمية	(٥) ـ ١٩٩٧	
دراسات فى جغرافيا أوراسيا الإقليمية	(١) ـ ١٩٩٧	

أسم الكتاب	الطبعة وتاريخها	الناشر
معالم سطح الأرض	(٢١) ـ ١٩٩٧	دار المعرفة الجامعية ٤٠ شارع سوتر ـ الأزاريطة الاسكندرية.
قواعد الجغرافيا العامة	(٨) ـ ١٩٩٦	
جيومورفولوجية مصر	(٧) ـ ١٩٩٥	
الجيومورفولوجيا	(٧) ـ ١٩٩٦	
جغرافيا الزمن الرابع وعصور المطر فى صحارى العالم الاسلامى	(٨) ـ ١٩٩٦	
صحارى العرب ـ دراسات جيوموفولوجية	(٤) ـ ١٩٩٥	
العالم العربى ـ دراسة فى الجغرافية الاقليمية	(٦) ـ ١٩٩٦	
جنوب شرق آسيا دراسة فى الجغرافيا الاقليمية	(١) ـ ١٩٨٦	
الجغرافيا المناخية والحيوية	(٦) ـ ١٩٩٧	

أسم الكتاب	الطبعة وتاريخها	الناشر
وسائل البحث الجيومورفولوجى	(١) ـ ١٩٩١	دار المعرفة الجامعية ٤٠ شارع سوتر ـ الأزاريطة الاسكندرية.
الأراضى الجافة وشبه الجافة	(٧) ـ ١٩٩٥	
شبه الجزيرة العربية دراسة فى الجغرافية الاقليمية	(٧) ـ ١٩٩٦	

رقم الإيــداع : ٣١٥٠ / ٩٨

الترقيم الدولى : ٦ ـ ٠٤٣٣ ـ ٠٣ ـ ٩٧٧

مركز الدلتا للطباعة

٢٤ شارع الدلتا – اسبورتنج

☎ : ٥٩٥١٩٢٣

